

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут  
екологічних проблем»

Міністерство екології та природних ресурсів України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Міністерство освіти та науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**КОРОБКОВА ГАННА ВОЛОДИМИРІВНА**

УДК 911.9:556.53:504.4.062.2: 504.06

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД**  
**НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ**  
**(В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Спеціальність 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання  
природних ресурсів  
(10 Природничі науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_Г.В. Коробкова

Науковий керівник Васенко Олександр Георгійович, кандидат біологічних  
наук, доцент

Харків – 2018

## АНОТАЦІЯ

**Коробкова Г. В. Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець (в межах Харківської області).** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів. (10 Природничі науки). – Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» Міністерства екології та природних ресурсів України, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна Міністерства освіти та науки України, Харків, 2018.

Дисертацію присвячено вдосконаленню методів екологічного нормування якості поверхневих вод України та дослідженням стану довкілля басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області.

Результати аналізу досліджень вітчизняних та закордонних вчених свідчать, що екологічне нормування якості поверхневих вод в Україні потребує більш широкого використання ландшафтно-екологічних та біологічних методів.

Об'єктивна оцінка екологічного стану водних об'єктів можлива лише при сумісному використанні гідрохімічних та гідробіологічних даних. Гідрохімічні методи дозволяють зробити висновок переважно про сучасний антропогенний вплив на водойми і водотоки, гідробіологічні методи дають можливість оцінити реакцію біоти на весь комплекс природних та антропогенних впливів протягом певного часу.

Аналіз досвіду використання методів екологічного нормування поверхневих вод в Україні виявив наступне:

- при виконанні екологічних оцінок не враховуються регіональні особливості формування річкового стоку;
- недостатньо враховуються гідробіологічні показники;
- не враховуються ландшафтно-екологічні особливості територій, що використовуються у ряді країн, у тому числі, за рахунок використання угруповань макрофітів.

З огляду на необхідність адаптації існуючих в Україні методів оцінки якості поверхневих вод до вимог Директиви 2000/60/ЄС, важливо приділити увагу як організації екологічного моніторингу (зокрема, на законодавчому рівні), так і розробці та удосконаленню інтегральних екологічних оцінок, які враховували б біологічні показники стану водних об'єктів, а також ландшафтно-географічні особливості басейнових геосистем.

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод удосконалена шляхом:

- розроблення гідрохімічного районування за природними складовими екологічних показників формування річкового стоку;
- додаткового залучення переліку нових показників (зокрема, макрофітним індексом – MIR, адаптованого до умов України);
- здійснення оцінки за новою класифікаційною схемою, з більш розгалуженою її структурою та розширеним переліком біологічних показників.

Методика встановлення та використання екологічних нормативів якості поверхневих вод за відповідними категоріями вдосконалена за рахунок запропонованого автором алгоритму встановлення екологічних нормативів.

Для цього пропонується обґрунтування екологічних нормативів на основі:

- аналізу великого ряду ретроспективних даних;
- використання прогнозної оцінки якості поверхневих вод, з врахуванням сезонності (метод Хольта-Уінтерса);
- врахування гідрологічного режиму водотоку за допомогою оцінки водності водного об'єкту ( $K_B$ );
- оцінки екологічного стану за допомогою використання удосконаленої методики екологічної оцінки.

Проведено районування території Харківської області, зокрема басейну р. Сіверський Донець, за показниками мінералізації поверхневих вод. Було виділено 8 гідрохімічних підзон та розроблені відповідні розрахункові

екологічні класифікації. Використання гідрохімічного районування дозволяє більш точно відображати екологічний стан завдяки врахуванню природної складової мінералізації.

Запропоновані критерії вибору пунктів для першочергового встановлення екологічних нормативів, з урахуванням фізико-географічних, ландшафтних та гідрологічних особливостей формування екологічного стану водних об'єктів.

Запропоновані методи можуть бути використані для нормування якості поверхневих вод не тільки у межах басейну р. Сіверський Донець, але й в басейнах інших річок на території України.

Домінуючим чинником формування якості поверхневих вод в Харківській області є зміна ландшафтних та гідрологічних характеристик за рахунок впливу господарської діяльності та надходження забруднення з точкових джерел (переважно зі зворотними водами комунального господарства).

За допомогою аналізу природно-територіальних комплексів обґрунтовано вибір ділянок, екологічний стан яких відображає типові фізико-географічні особливості формування поверхневого стоку річок басейну Сіверського Донця в межах Харківської області.

Використаний конструктивно-географічний підхід до вибору пунктів дослідження, дозволяє більш точно встановити їх перелік з метою підвищення достовірності оцінки екологічного стану басейну р. Сіверський Донець. При цьому враховується, окрім суто гідрологічних особливостей водного об'єкту, також і характеристика екологічного стану і ландшафтно-диференціації водозбірної площі басейну.

Різноманіття ландшафтно-просторових структур ділянок водозбірної площі басейну р. Сіверський Донець впливає на зміни в часі і просторі екологічного стану басейнових геосистем, а також зміни величин критеріальних показників стану гідроекосистем.

Обрані методи ландшафтно-екологічного аналізу характеристик водозбірної площі басейну р. Сіверський Донець та визначення головних умов формування екологічного стану поверхневих вод дозволяють обґрунтовано

провести розробку екологічних нормативів якості поверхневих вод для типових ділянок басейну Сіверського Дінця в Харківській області, для яких необхідне першочергове встановлення ЕН та розроблення комплексу природоохоронних заходів.

Проведено оцінку сучасного і ретроспективного екологічного стану водних об'єктів за обраними ділянками у басейні р. Сіверський Донець в межах Харківської області з урахуванням регіональних ландшафтно-екологічних особливостей формування їх якісного стану. Результати оцінки сучасного стану свідчать, що найгірший екологічний стан – 4 категорія III-го класу якості води спостерігався в основному руслі: с. Есхар, вище м. Зміїв, вище м. Ізюм та с. Яремівка та у гирлових ділянках приток: р. Харків, р. Лопань, р. Уди, р. Балаклійка, р. Оскіл.

Значення екологічного індексу ( $I_E$ ) р. Сіверський Донець змінюється на різних ділянках. Спостерігається тенденція його збільшення як за середніми, так і за найгіршими показниками за течією.

Складові, за якими розраховується величина біологічного підіндексу ( $I_B$ ), більш чутливо відображають реальний стан екосистеми, що фіксується особливо в місцях антропогенного навантаження.

Проведено розрахунок хімічного підіндексу ( $I_X$ ) з використанням гідрохімічного районування басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області. Значення сольового індексу ( $I_C$ ) не перевищували 3 категорії практично на всіх досліджених ділянках. Це дає можливість стверджувати, що використання районування дозволяє більш коректно відображати екологічний стан завдяки врахуванню природної складової мінералізації.

Вперше для басейну р. Сіверський Донець застосовано метод оцінки екологічного стану річок за допомогою угруповань макрофітів. Результати оцінки показали узгодженість з результатами проведених раніше оцінок його екологічного стану, що були отримані за допомогою інших хімічних та біологічних методів. Це свідчить про можливість застосування даного індексу, для отримання об'єктивних оцінок.

Використання індикаторних видів макрофітів, зокрема за методом MOOR, дає можливість розширити перелік ефективних та маловитратних методів біоіндикації при оцінці екологічного стану поверхневих вод.

Розроблений алгоритм визначення екологічних нормативів на підставі оцінки екологічного стану басейну з урахуванням гідрологічних показників і регіональних особливостей водозбірної площі придатний для обґрунтування значень як допустимих екологічних нормативів, так і цільових екологічних нормативів для всієї території України.

Прогнозні значення показників екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області на 2025 рік свідчать про наявні тенденції до погіршення показників екологічного стану у пункті вище м. Зміїв за показниками: сульфатів – до  $236 \text{ мг/дм}^3$  (3 класу (4 категорії)); ХСК – до  $29,4 \text{ мг/дм}^3$  (3 клас (4 категорії)); розчиненого кисню – до  $6,57 \text{ мг/дм}^3$  (3 клас (4 категорія)). У пункті вище м. Ізюм певні погіршення прогнозуються: азоту амонійного до  $0,39 \text{ мг/дм}^3$  (3 клас (4 категорії)); цинку до  $0,036 \text{ мг/дм}^3$  (3 клас (4 категорія)). У р. Оскіл тенденції до погіршення за показниками: фосфору фосфатів – до  $0,4 \text{ мг/дм}^3$  (5 клас (7 категорії)), азоту амонійного – до  $0,38 \text{ мг/дм}^3$  (3 клас (4 категорія)). Прогнозні значення показників екологічного стану у пункті Есхар р. Уди, свідчать про відсутність тенденції до погіршення.

Допустимі екологічні нормативи за більшістю показників відповідають 2 та 3 класам (2–4 категорії) якості поверхневих вод. Цільові екологічні нормативи за більшістю показників відповідають 1 та 2 класам (1–3 категорії) якості поверхневих вод. Екологічні нормативи значення яких виходять за межі значень 2 класу (3 категорії) якості потребують уточнення в часі.

Екологічні нормативи, що перевищують межі 3 категорії якості поверхневих вод «добрі» або «досить чисті» можуть розглядатися як основні показники погіршення екологічного стану водного об'єкта. При цьому запропоновано розробляти та впроваджувати першочергові природоохоронні заходи саме для цих водних об'єктів або їх ділянок.

Екологічні нормативи визначають на підставі аналізу результатів обробки матеріалів ретроспективних гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, еколого-токсикологічних та радіоекологічних експедиційних досліджень і режимних спостережень. При цьому враховуються ландшафтно-екологічні особливості басейнових геосистем. У цьому полягає принципова відмінність екологічних нормативів якості поверхневих вод від нормативів безпеки водокористування, де встановлюються ГДК окремих шкідливих речовин на основі токсикологічної інформації безвідносно до конкретних екологічних умов.

**Ключові слова:** конструктивно-географічний підхід, водозбірний басейн, поверхневі води, екологічні нормативи, екологічна оцінка, екологічне нормування, якість поверхневих вод, річковий стік, річковий басейн.

## ABSTRACT

**Korobkova H. Ecological standardization of surface water quality by the example of the Basin of the Siversky Donets River (within the Kharkiv region).** – Qualification scientific work on the rights of a manuscript.

**Thesis for the degree of Candidate of Geographical Sciences, specialty 11.00.11** – Constructive geography and rational use of natural resources. (10 natural sciences) – Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems", Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, V. N. Karazin Kharkiv National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The thesis is devoted to the improvement of the methods of ecological standardization of the quality of surface waters of Ukraine and to the study of the environmental conditions of the catchment basin of the Siversky Donets River within the Kharkiv region.

The results of the analysis of researches of domestic and foreign scientists indicate that the ecological standardization of surface water quality in Ukraine

requires a wider use of landscape-ecological and biological methods.

An objective assessment of the ecological state of water bodies is possible only with the joint use of hydrochemical and hydrobiological data. Hydrochemical methods allow one to draw a conclusion mainly about the modern anthropogenic impact on water bodies and watercourses, and hydrobiological methods make it possible to evaluate the reaction of hydrobionts to the entire complex of natural and anthropogenic influences over a certain time.

The analyse of experience of using the ecological standartization methods of of surface waters in Ukraine found the following:

- when carrying out environmental assessments, regional features of the formation of river flow are not taken into account;
- hydrobiological indicators are not sufficiently taken into account;
- the landscape-ecological features of the territories used in a number of countries, including the use of macrophyte groups, are not taken into account.

Taking into account the need to (given the need to) adapt existing methods for assessing the quality of surface waters in Ukraine to the requirements of Directive 2000/60 / EC, it is important to pay attention both to the organization of environmental monitoring (in particular at the legislative level) and to the development and improvement of integrated environmental assessments that take into account biological indicators of the state of water objects, as well as landscape-geographical features of basin geosystems.

The methodology for the environmental assessment of surface water quality is improved by:

- development of hydrochemical zoning by natural components of ecological indicators of river flow formation;
- additional attraction of the list of new indicators (in particular, macrophytes indices - MIR, adapted to the conditions of Ukraine);
- evaluation of the new classification scheme, with a more extensive evaluation structure and an expanded list of biological indicators.



The methodology for establishing and using environmental standards for the quality of surface waters in the relevant categories has been improved by the algorithm proposed by the author for establishing environmental standards.

For this purpose, a rationale for environmental standards based on:

- analysis of a large number of retrospective data;
- use of predictive assessment of surface water quality, seasonally adjusted (Holt-Winters method)
- taking into account the hydrological regime of the watercourse by means of an assessment of the water body's water content
- assessment of the ecological state through the use of an improved methodology for environmental assessment.

Zoning of the territory of the Kharkov region, in particular the basin of the river, was carried out. Siversky Donets, on the indicators of mineralization of surface waters. 8 hydrochemical subzones were singled out and corresponding ecological classifications were developed. The use of hydrochemical zoning allows more accurately reflect the ecological state due to the inclusion of the natural component of mineralization.

The proposed criteria for selecting points for the first-time establishment of environmental standards, based on the physical, geographical, landscape and hydrological features of the formation of the ecological state of water bodies.

The proposed methods can be used to normalize the quality of surface water not only within the basin of Siversky Donets river, but also in the basins of other rivers on the territory of Ukraine.

The dominating factor in the formation of surface water quality in the Kharkov region is landscape change and hydrological characteristics due to the impact of economic activity and pollution from point sources (preferably from reverse communal water).

Using the analysis of natural-territorial complexes, a choice is made, the ecological state, which reflects the typical physico-geographical features of the formation of the surface runoff of the Siversky Donets basin in the Kharkov region.

The used constructive-geographical approach to the selection of research points allows to establish their list in order to improve the reliability of the ecological state assessment of the Siversky Donets River basin. In addition to hydrological features of the water body, the characteristic of the ecological state and landscape differentiation of the catchment basin is taken into account.

The variety of landscape-spatial structures of the sections of the catchment basin of the Siversky Donets River influences the changes in time and space of the ecological state of basin geosystems, as well as changes in the values of criterial indicators of the state of hydroecosystems.

The selected methods of landscape-ecological analysis of the characteristics of the catchment area of the Siversky Donets River basin and the determination of the main conditions for the formation of the ecological state of surface waters make it possible to justify the development of ecological standards for the quality of surface waters for typical areas of the Siversky Donets basin in the Kharkov Region, for which priority environmental standards establishment and development of a complex environmental measures.

An assessment of the current and retrospective ecological state of water bodies was carried out for selected sites in the basin of Siversky Donets river within the Kharkiv region, taking into account regional landscape-ecological features of the formation of their qualitative state. The results of the assessment of the current state indicate that the worst ecological state – category 4 of the III class of water quality was observed in the streamflow: Eskhar, above Zmiev, above the city of Raisins and Yaremovka and in the estuaries of the tributaries: Kharkov river, Lopan river, Uda river, Balakleyka river, Oskil river.

The significance of the ecological index Siversky Donets river varies on different sites. There is a tendency for it to increase both by average and by the worst indicators along the current.

The components by which the biological index ( $I_B$ ) is calculated, more accurately reflect the real state of the ecosystem, is recorded especially in places of anthropogenic load.

The calculation of the chemical index ( $I_X$ ) using the hydrochemical zoning of the basin of Siversky Donets river in the Kharkov region was carried out. The value of the salinity index ( $I_S$ ) did not exceed 3 categories in practically all the sites studied. This makes it possible to assert that the use of zoning allows a more correct representation of the ecological state due to the inclusion of the natural component of mineralization.

For the first time in the basin of the Siversky Donets river applied the method of assessing the ecological state of rivers with the help of macrophyte groups. The results of the assessment showed consistency with the results of previous assessments of its ecological state, obtained with the help of other chemical and biological methods. This indicates the possibility of applying this index to obtain objective estimates.

The use of indicator types of macrophytes, in particular by the method of MOOR, makes it possible to expand the list of effective and low-cost methods of bioindication in assessing the ecological state of surface waters.

The developed algorithm for determining environmental standards based on an assessment of the ecological state of the basin, taking into account hydrological indicators and regional features of the catchment area, is suitable for justifying the values of both permissible environmental standards and targeted environmental standards for the entire territory of Ukraine.

Forecast values of indicators of ecological state of surface waters of Siversky Donets river basin within the Kharkov region by 2025 indicate the current trend towards deterioration of the ecological state in the point above Zmiiv in terms of: sulfates – up to 236 mg / dm<sup>3</sup> (3 class (4 category)), COD – up to 29,4 mg / dm<sup>3</sup> (3 class (4 category)), dissolved oxygen – up to 6,57 mg / dm<sup>3</sup> (3 class (4 category)) . In the item above Izum certain impairments are predicted: ammonium nitrogen up to 0,39 mg / dm<sup>3</sup> (3 class (4 category)) of zinc in 0,036 mg / dm<sup>3</sup> (3 class (4 category)). In Oskil river tendency to deterioration in terms of: phosphorus phosphate up to 0,4 mg / dm<sup>3</sup> (5 class (7 category)), (ammonium nitrogen – up to 0,38 mg / dm<sup>3</sup> (3 class (4 category))). The predicted values of the ecological state indicators at the point of the

Eshar of the Uda river indicate a lack of a tendency towards deterioration.

Admissible environmental standards for most indicators correspond to 2 and 3 classes (2–4 categories) of surface water quality. Target environmental standards for most indicators correspond to 1 and 2 classes (1–3 categories), the quality of surface water. Environmental standards whose values exceed the limits of the values of 2 class (3 category), quality need to be specified in time.

Environmental standards that exceed the limits of the 3 categories of surface water quality "good" or "fairly clean" can be considered as the main indicators of the deterioration of the ecological state of the water body. At the same time it is proposed to develop and implement priority environmental measures for these water bodies or their areas.

Environmental standards determine on the basis of analysis of the results of processing materials retrospective hydrological, hydrochemical, hydrobiological, environmental-toxicological and radioecological expeditionary studies and regime observations. This takes into account the landscape-ecological features of basin geosystems. This is the fundamental difference between the environmental standards for the quality of surface water from the standards of water use safety, where the MPC of certain harmful substances are established on the basis of toxicological information irrespective of specific environmental conditions.

**Key words:** constructive-geographical approach, river catchment basin, surface water, environmental standards, environmental assessment, ecological standardization, surface water quality, river runoff, river basin

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. **Коробкова Г. В.** Використання макрофітних індексів для оцінки екологічного стану поверхневих вод України // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. Вип. 1–2 (27). С. 62–70.

2. Васенко А. Г., **Коробкова А. В.**, Рыбалова О. В. Экологическое нормирование качества поверхностных вод с учетом региональных особенностей // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2017. Т. 1 (44). С. 21–33. *(особистий внесок автора – вдосконалено алгоритм встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод та встановлено їх значення)*

3. **Коробкова Г. В.** Сучасний екологічний стан басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. Вип. 14. С. 66–70.

4. **Коробкова Г. В.** Гідробіологічна оцінка як складова екологічної оцінки якості поверхневих вод // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. Вип. 1–2 (25). С. 31–36.

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

*у зарубіжних спеціальних виданнях*

5. Васенко О. Г., **Коробкова Г. В.**, Рыбалова О. В. Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогностичних моделей та регіональних особливостей // East European Scientific Journal. 2016. № 8 (12). Volume 3. Р. 5–13. *(особистий внесок автора – розраховано екологічні індекси ряду даних, побудовано прогностичні моделі окремих показників, визначено екологічні нормативи якості поверхневих вод)*

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати  
дисертації*

6. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Артем'єв С. Р., **Коробкова Г. В.** Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища : монографія. Харків : НУГЗУ, 2015. С. 34–52. *(особистий внесок автора – розд. 2 – аналіз досвіду екологічного нормування якості поверхневих вод; оцінка стану поверхневих вод України на основі вдосконаленої «Методики екологічної оцінки...» за адміністративно-басейновим принципом)*

7. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження) : монографія. / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, **Г. В. Коробкова** та ін. Харків : Контраст, 2011. С. 23–27, 64–73. *(особистий внесок автора – сформовано базу даних для проведення оцінки якісного стану поверхневих вод, розд. 2 – аналіз основних напрямків водокористування; розд. 3 – аналіз антропогенного навантаження басейну; розд. 5 – екологічна оцінка якості поверхневих вод)*

*Наукові праці, які додатково засвідчують апробацію матеріалів  
дисертації*

8. **Коробкова Г. В.** Наукове обґрунтування встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2017 : зб. наук. ст. XX Міжнар. наук.-практ. конф., 19–22 квітня 2017 р. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 121–124.

9. **Коробкова Г. В.** Оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області з використанням індексів макрофітів (метод MMOR) // Охорона довкілля : зб. наук. ст. XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань 19–22.04.2017. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 35–38.

10. **Коробкова Г. В.**, Свиридов Ю. В. Оцінка сучасного екологічного стану малих річок України. Екологічна безпека : проблеми і шляхи вирішення:

зб. наук. ст. XII Міжнар. наук.-практ. конф., 11–15 вересня 2017 р. / УКРНДІЕП. Харків : Райдер, 2017. – С. 228-234. *(особистий внесок автора – розраховані екологічні індекси якості поверхневих вод, проведено порівняльний аналіз екологічного стану поверхневих вод)*

11. **Коробкова Г. В.** Конструктивно-географічний підхід при виборі пунктів для встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод : зб. наук. ст. Міжнар. наук.-практ. конф. «Регіон – 2016: стратегія оптимального розвитку» 10–11 листопада 2016 р. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 290–293.

12. Рибалова О. В., **Коробкова Г. В.** Визначення впливу природних умов на екологічний стан річки Оскіл // Materials of the XII International scientific and practical conference, “Science and civilization”, 30.01–07.02.2016, Sheffield. Sheffield, 2016. Volume 16: Ecology. Geography and geology. Agriculture. Construction and architecture. P. 37–40. *(особистий внесок автора – проведено екологічну оцінку якості поверхневих вод на основі вдосконаленої «Методики екологічної оцінки...», побудовані кореляційні залежності)*

13. Рибалова О. В., **Коробкова Г. В.** Застосування методу Хольта – Уінтерса для прогнозування якісного стану поверхневих вод // Проблеми техногенно-екологічної безпеки: Освіта, наука, практика : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф., 24 листопада 2016 р. Харків : НУНЦЗУ, 2016. С. 200–201. *(особистий внесок автора – обґрунтовано можливість використання методу Хольта – Уінтерса для прогнозування якісного стану поверхневих вод)*

14. **Коробкова Г. В.** Оцінка сучасного екологічного стану української частини дельти Дунаю. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. XI Міжнар. наук.-практ. конф., 7–11 вересня 2016 р. / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2016. С. 131–134.

15. **Коробкова Г. В.** Гідрологічна складова в екологічному нормуванні якості поверхневих вод України. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2015 : зб. тез доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, 26–27

листопада 2015 року. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. С. 20–22.

16. **Коробкова Г. В.** Методи екологічного нормування у адміністративно-басейновому управлінні водоохоронною діяльністю. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. XI Міжнар. наук.-практ. конф., 7–11 вересня 2015 року / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2015. С. 131–134.

17. Рибалова О. В., **Коробкова Г. В.**, Козловська О. В. Оцінка екологічного ризику погіршення стану басейну р. Сіверський Донець в Харківській області // «Наука та технологія: Крок у майбутнє – 2014» : зб. пр. X Міжнародної науково-практичної конференції, 27.02– 5.03.2014, Прага. Прага : Publishing House, 2014. С. 56–61. *(особистий внесок автора – розраховані екологічні індекси якості поверхневих вод)*

18. **Коробкова Г. В.**, Рибалова О. В., Козловська О. В. Аналіз екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. IX Міжнар. наук.-практ. конф., 9–13.09.2013, Алушта. У 2-х т. Т. 1 / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2013. С. 238–241. *(особистий внесок автора – сформована база даних для розрахунку проведених досліджень, розраховані коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на відповідних ділянках)*



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ. ....	20
ВСТУП. ....	21
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЕКОЛОГІЧНОГО НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД. ....	30
1.1 Досвід використання санітарно-гігієнічного підходу у системі нормування якісного стану поверхневих вод. ....	30
1.2 Аналіз закордонного досвіду нормування якості поверхневих вод. ....	38
1.3 Сучасні методи екологічного нормування якості поверхневих вод, що використовуються в Україні. ....	54
Висновки до розділу 1. ....	63
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД. ....	65
2.1 Методика оцінки екологічного стану поверхневих вод за відповідними категоріями та її вдосконалення. ....	67
2.1.1 Застосування методу оцінки екологічного стану річок за допомогою угруповань водних макрофітів. ....	77
2.2 Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України та її вдосконалення. ....	80
2.2.1 Критерії відбору пунктів встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод. ....	81
2.2.2 Встановлення значень екологічних нормативів для конкретного водного об'єкта. ....	83
2.3 Методи відбору та лабораторної обробки проб. ....	89
2.3.1 Методи відбору та аналізу проб води. ....	89
2.3.2 Методи відбору та аналіз проб гідробіологічних досліджень. ....	91

Висновки до розділу 2 .....	92
РОЗДІЛ 3 ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ВИБІР ДІЛЯНОК ДОСЛІДЖЕННЯ .....	94
3.1 Фізико-географічні передумови формування екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області .....	95
3.1.1 Фізико-географічна та гідрографічна характеристика .....	96
3.1.2 Особливості водного режиму та клімату впродовж року ...	97
3.1.3 Геологічна будова та рельєф .....	99
3.1.4 Характеристика ґрунтів водозбірної території .....	101
3.1.5 Рослинні умови .....	104
3.2 Антропогенні чинники формування екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області .....	106
3.2.1 Водокористування басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області .....	106
3.2.2 Точкове забруднення поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в Харківській області .....	108
3.3 Характеристика регіонального ландшафту геоекосистеми поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області .....	109
3.3.1 Вибір пунктів досліджень екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківській області ....	
3.3.2 Характеристика регіонального ландшафту ділянок дослідження геосистеми басейну р. Сіверський Донець у межах Харківській області .....	111 114
Висновки до розділу 3. ....	130

РОЗДІЛ 4 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ .....	131
4.1 Оцінка сучасного екологічного стану басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області .....	131
4.1.1 Визначення показників біологічного індексу .....	133
4.1.2 Визначення показників хімічного індексу .....	141
4.1.3 Визначення показників загального екологічного індексу .....	143
4.2 Обґрунтування вибору пунктів для першочергового визначення екологічних нормативів .....	151
4.3 Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод для басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області .....	152
4.3.1 Багаторічна оцінка екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області .....	154
4.3.2 Прогнозування значень показників поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області .....	164
4.3.3 Розрахунок екологічних нормативів поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області .....	166
4.3.4 Відповідність екологічних нормативів поверхневих вод вимогам рибо-господарського, господарсько-питного та комунально-побутового водокористування .....	175
Висновки до розділу 4 .....	181
ВИСНОВКИ .....	184
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	187
ДОДАТОК А – Список публікацій здобувача за темою дисертації .....	208
ДОДАТОК Б – Екологічні класифікації якості поверхневих вод .....	212
ДОДАТОК В – Прогноз екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківській області .....	223
ДОДАТОК Г – Впровадження результатів дисертаційного дослідження .....	246

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

BVI – бельгійський біотичний індекс

TBI – біотичний індекс р. Трент

БСК<sub>5</sub> – біологічне споживання кисню

ВРД – Водна рамкова Директива Європейського Союзу 2000/60/ЄС

ВКУ – Водний Кодекс України

ГДК – гранично допустима концентрація

ГДК р-г – гранично допустима концентрація для вод об'єктів  
рибогосподарського водокористування

ГДК к-п – гранично допустима концентрація вод об'єктів культурно-  
побутового використання

ГДК г-п – гранично допустима концентрація вод об'єктів господарсько-  
питного використання

ЕН – екологічний норматив

ЕНд – екологічний норматив допустимий

ЕНц – екологічний норматив цільовий

ЄС – Європейський Союз

I<sub>Е</sub> – загальний екологічний індекс

I<sub>Б</sub> – біологічний під індекс загального екологічного індексу

I<sub>Х</sub> – хімічний під індекс загального екологічного індексу

I<sub>с</sub> – індекс сапробності в модифікації Пантле – Букка

КМУ – Кабінет Міністрів України

МВВ – методика виконання вимірювань

Р. Сів. Донець – річка Сіверський Донець

ХСК – хімічне споживання кисню

РФ – Російська Федерація

США – Сполучені Штати Америки

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Збереження екологічного благополуччя поверхневих вод і відтворення водних ресурсів можливі за умови пріоритетності охорони та збереження водних екосистем. Водоохоронна діяльність, зокрема екологічне нормування якості поверхневих вод, повинна бути спрямована як на забезпечення вимог певних галузей господарської діяльності, так і на збереження структурної і функціональної цілісності екосистем водних об'єктів. Екологічне розуміння якості води пов'язане саме з її властивостями як середовища існування біоти, а також як складової геосистем річкових басейнів.

Важливим завданням екологічного нормування є забезпечення благополуччя басейнових геосистем. Екологічні нормативи мають враховувати не лише вимоги до можливого використання природних ресурсів (для чого вже є відповідна нормативна база), а й «вимоги» природного середовища.

Лише підтримання на національному, регіональному та місцевому рівнях екологічного благополуччя водних об'єктів може забезпечити необхідну якість води як для нормальної життєдіяльності гідробіонтів, так і для використання водних ресурсів суспільством. Вирішення цієї задачі передбачено Директивою 2000/60/ЄС, основним завданням якої є досягнення доброї якості води і стійкого екологічного стану водних об'єктів. Відповідно з цим документом в усіх країнах ЄС проводяться роботи з вдосконалення системи екологічного нормування якості води водних об'єктів.

Загальної для країн – членів ЄС екологічної класифікації якості поверхневих вод, яка б ґрунтувалась на кількісних критеріях, досі немає, але існують сформульовані її загальні принципи. В Україні проблема нормативного забезпечення виконання цих принципів залишається ще не вирішеною.

Водним Кодексом (ст. ст. 35, 37) передбачено встановлення екологічного нормативу якості води поверхневих вод, але до цього часу не розроблено методику їх наукового обґрунтування.

Все це зумовлює актуальність удосконалення методів нормування та апробацію їх шляхом проведення екологічної оцінки та розроблення екологічних нормативів якості поверхневих вод України. Зокрема, це стосується басейну р. Сіверський Донець, як транскордонного водного об'єкту, що зазнає високого антропогенного навантаження.

Існуючі системи нормативів стану поверхневих вод України можна поділити на три основні групи: екологічні, санітарно-гігієнічні (для задоволення питних, рекреаційних потреб), водо-господарські (для задоволення господарсько-побутових потреб та інш.), які різняться між собою, мають різну мету та свої особливі характеристики. На теперішній час основними водоохоронними нормативами, що використовується в Україні є система гранично-допустимих концентрацій (ГДК): санітарно-гігієнічні та рибогосподарські ГДК. Згідно прийнятої концепції екологічного нормування вони є нормативами екологічної безпеки водокористування, а не власне екологічним нормативом якості води.

Аналіз багаторічного використання ГДК свідчить про порушення чинних ГДК у переважній більшості пунктів спостережень за якістю поверхневих вод та відсутність надійного захисту водних об'єктів при застосуванні цих нормативів у природоохоронній практиці.

Питанням впровадження та вдосконалення системи екологічного нормування якості поверхневих вод України присвячено ряд робіт, зокрема А. В. Гриценка, О. Г. Васенка, Г. А. Верниченко (1997, 1998, 2001, 2004), Л. Г. Руденка (1996, 1998), А. В. Яцика (1996, 2007), В. Н. Жукинського (1998, 2001), В. Д. Романенка (1999, 2004), С. І. Сніжка (2001), В. І. Осадчого (2004), О. М. Крайнюкова (2013), М. В. Боярин (2013, 2017), А. М. Крайнюкової (2014), В. К. Хільчевського (2015), С. О. Афанасьєва (2015), Я. О. Адаменка (2016).

На сьогодні існують різні методики оцінки та класифікацій, проте жодна з них не має широкого застосування у водоохоронній практиці.

Основний недолік багатьох класифікацій полягає в тому, що кількісні значення критеріїв, приведені для одних і тих самих класів забруднення, не

узгоджені між собою, що призводить до ускладнення їх застосування на практиці. Кількісні значення критеріїв визначаються або на розсуд авторів, або вводяться в систему з інших класифікацій. Комбінація критеріїв з різних класифікацій не дає бажаних результатів внаслідок різних принципів їх побудови.

Для вирішення багатьох водоохоронних завдань необхідна узагальнена інформація про стан водних об'єктів, за якою можна було б оцінити як ступінь забрудненості цих об'єктів, так і здатність їх до самоочищення та господарського використання.

Теоретико-методичним засадам вивчення особливостей басейнових геосистем, присвячено ряд робіт, зокрема Л. Г. Руденка (1994, 2011), А. П. Голікова (1997, 2012), М. Д. Гродзинського (1998, 2005), П. Г. Шищенка (1998), В. А. Барановського (2001), Л. В. Ільїна (2001), О. Г. Ободовського (2001, 2006), В. Д. Романенка (2003), В. М. Гуцуляка (2004, 2009), І. Г. Черваньова (2006), В. А. Пересадько (2009), С. В. Кострікова (2006, 2014, 2017).

Міжнародне співробітництво та спроби оптимізації розробок у галузі охорони вод стимулювали розвиток інтегральних оцінок якості вод, в яких за сукупністю значень показників визначається функціональна числова характеристика – індекс. В Україні ще не затверджена цілісна методика встановлення та використання кількісних значень екологічного нормативу якості поверхневих вод.

У світовій практиці екологічного нормування особливого значення набувають методи біоіндикації, оскільки екологічні нормативи мають бути зорієнтовані не лише на рівень забруднення середовища під впливом антропогенного навантаження, а також на реакцію біологічних систем. В роботах Woodiwiss F. S. (1964, 1977), Sladecsek V. (1973), De Pauw N., (1975), Pantle R., Buck H. (1955) означені основи екологічної оцінки якості поверхневих вод, з використанням методів біоіндикації, що були використані в роботі.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційного дослідження є

встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області на основі конструктивно-географічних засад.

Відповідно до мети в роботі вирішувалися наступні **завдання**:

1. Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду екологічного нормування якості поверхневих вод;

2. Удосконалення методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями з урахуванням регіональних особливостей формування річкового стоку водозбірного басейну та біотичної складової;

3. Удосконалення методики встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, з урахуванням ландшафтно-екологічних та гідрологічних особливостей формування річкового стоку;

4. Аналіз довкілля водозбірного басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області та визначення критеріїв вибору пунктів для першочергового встановлення екологічних нормативів з урахуванням конструктивно-географічного підходу;

5. Районування території Харківської області за природними складовими показників стану довкілля водозбірного басейну з урахуванням регіональних особливостей формування річкового стоку;

6. Оцінка та аналіз просторово-часових змін екологічного стану водних екосистем басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області з урахуванням ландшафтно-географічних умов формування їх якісного стану;

7. Визначення екологічних нормативів для водних об'єктів басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області за вдосконаленою методикою.

**Об'єкт досліджень** – стан довкілля водозбірного басейну, обумовлений низкою природно-географічних та антропогенних чинників басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області.



**Предмет дослідження** – екологічне нормування якості поверхневих вод та особливості просторово-часового розподілу показників стану довкілля водозбірного басейну.

**Методи дослідження.** Робота ґрунтується на концептуальних положеннях, в яких довкілля водозбірного басейну розглядається як об'єкт геоекологічних досліджень, а просторова-часова неоднорідність довкілля водозбірного басейну – як чинник, що може впливати на показники екологічного стану водних екосистем.

Дослідження проводилось у 4 етапи: підготовчий, польовий, аналітичний та камеральний. Основні методи польових та лабораторних досліджень: візуальні дослідження, збір апріорної інформації, відбір зразків води та біоти за стандартизованими методиками, хіміко-аналітичний; камеральних: індексний, ретроспективний, біоіндикаційний, прогнозний метод Хольта-Уінтерса.

Базу ретроспективних даних сформовано на основі фондових матеріалів Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем, Галузевого державного архіву гідрометслужби України та Харківського регіонального управління водними ресурсами та доповнено результатами власних досліджень.

Для обробки даних та графічної візуалізації результатів використано програмний пакет MS Excel; для побудови прогнозних моделей – програма статистичного аналізу STATISTICA 10; для картографічної візуалізації отриманих узагальнених результатів дослідження використано GIS MapInfo15.2.

#### **Наукова новизна отриманих результатів.**

*Вперше:*

- розроблено районування території Харківської області з урахуванням регіональних особливостей формування річкового стоку;
- обґрунтовано критерії вибору пунктів водних об'єктів для першочергового встановлення екологічних нормативів, з урахуванням конструктивно-географічного підходу;
- запропоновано та науково обґрунтовано використання макрофітних

індексів у системі екологічного нормування в Україні;

- обґрунтовано і визначено екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області за вдосконаленою методикою.

- в межах Харківської області за вдосконаленою нами методикою.

*Удосконалено:*

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод удосконалена шляхом:

- розроблення гідрохімічного районування за природними складовими екологічних показників формування річкового стоку ;

- додаткового залучення переліку нових показників (зокрема, макрофітними індексами – MIR, адаптованого до умов України);

- здійснення оцінки за новою класифікаційною схемою, з більш розгалуженою структурою оцінки та розширеним переліком біологічних показників.

2. Методика встановлення та використання екологічних нормативів якості поверхневих вод за відповідними категоріями вдосконалена за рахунок оновлення алгоритму встановлення ЕН для цього пропонується обґрунтування рівнів показників на основі:

- аналізу великого ряду ретроспективних даних;

- використання прогностичної оцінки якості поверхневих вод, з врахуванням сезонності (метод Хольта – Уінтерса);

- врахування гідрологічного режиму водотоку за допомогою оцінки водності водного об'єкту;

- використання удосконаленої методики екологічної оцінки з використанням необхідної кількості гідробіологічних показників та врахування регіональних особливостей формування річкового стоку.

*Знайшло подальший розвиток:*

- розроблення тематичного картографічного матеріалу розподілу екологічного стану, зокрема за показниками фітопланктону, зоопланктону,

зообентосу та макрофітів.

**Особистий внесок здобувача.** Теоретико-методологічні основи дослідження розроблено здобувачем разом із науковим керівником. Особисто здобувачем опрацьовано та проаналізовано літературні джерела за темою дисертаційної роботи, проведено натурні дослідження, систематизовано та узагальнено експериментальний матеріал, виконано його статистичну обробку, сформовано базу даних за ретроспективними моніторинговими та власними дослідженнями, проведено розрахунки з оцінки екологічного стану та встановлено екологічні нормативи якості поверхневих вод. Положення інших авторів, які використані в дисертації мають відповідні посилання. Особисто та у співавторстві опубліковано наукові праці за результатами проведених досліджень.

**Апробація матеріалів дисертації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися на: XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читаннях "Охорона довкілля" (Харків, 2017); XX Міжнародній науково-практичній конференції "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017" (Харків, 2017); Міжнародній науковій конференції «Наука та цивілізація» (Великобританія, м. Шеффілд, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції "Регіон-2016: стратегія оптимального розвитку" (Харків, 2016); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: Освіта, наука, практика» (Харків, 2016); IX, XI, XII та XIII Міжнародних науково-практичних конференціях «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (Харків, 2013, 2015-2017); XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта - наука - виробництво - 2015» (Харків, 2015); X Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і технологія: Крок у майбутнє - 2014» (Прага, Чехія, 2014).

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 190 найменувань на 20 сторінках та 4 додатків на 40 сторінках. Робота містить 20 рисунків, 20 таблиць, з них 7 таблиць на окремих сторінках. Загальний обсяг – 248 сторінок, із яких основний текст – 166 сторінок.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано в Науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП) Міністерства екології та природних ресурсів України. Дисертаційне дослідження здійснено в рамках держбюджетних НДР: «Розроблення проекту «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (II етап)»» (0112U007736), «Перегляд правил охорони поверхневих вод України від забруднення та засмічення, затверджених постановою Кабміну України від 25.03.1999 №465» (0115U004555). Окремі положення дослідження використані у НДР: «Проект оновлення Міжрегіональної екологічної програми з охорони та використання вод басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області» (0111U008511), «Наукове супроводження заходів щодо екологічного оздоровлення басейну річок Дніпро та Сіверський Донець» (0115U004554), «Екологічні наслідки реалізації водоохоронних заходів на малих річках України» (0116U006630), «Науковий супровід реалізації українсько-румунсько-молдавської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю» (0117U001493), «Наукове обґрунтування переліку водних екосистем, які забезпечують основні екосистемні послуги, та порядок оцінки вартісної цінності їх біорізноманіття, розроблення рекомендацій щодо відновлення і збереження цих екосистем» (0117U001487).

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати дисертаційних досліджень впроваджено у НДР: «Розроблення проекту «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (II етап)»» (2012 р.), «Проект оновлення Міжрегіональної екологічної програми з охорони та використання вод басейну річки Сіверський

Донець у межах Харківської області» (2011 р.), «Розроблення методики очищення та оздоровлення малих річок України з відновлення природного гідрологічного режиму» та «Перегляд правил охорони поверхневих вод України від забруднення ті засмічення, затверджених постановою КМУ від 25.03.1999 №465» (2015 р.), подальші розробки використані при оцінці ефективності природоохоронних заходів у роботах «Наукове супроводження заходів щодо екологічного оздоровлення басейну річок Дніпро та Сіверський Донець» та «Екологічні наслідки реалізації водоохоронних заходів на малих річках України» (2016 р.).

Окремі положення досліджень використано у НДР: «Науковий супровід реалізації українсько-румунсько-молдавської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю» (2017 р.) та «Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море (район морського підхідного каналу)» (2014–2017 рр.).

Результати теоретичних та практичних досліджень щодо оцінки екологічного стану поверхневих вод опубліковано в монографіях «Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець» (2011 р.) та «Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища» (2016 р.).

Теоретичні та практичні розробки досліджень можуть бути використані у навчальному процесі підготовки фахівців-екологів та у водоохоронній практиці.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 190 найменувань на 20 сторінках та 4 додатків на 40 сторінках. Робота містить 20 рисунків, 20 таблиць, з них 7 таблиць на окремих сторінках. Загальний обсяг – 248 сторінки, із яких основний текст – 166 сторінок.

## РОЗДІЛ 1

### ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЕКОЛОГІЧНОГО НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

#### **1.1 Досвід використання санітарно-гігієнічного підходу у системі нормування якісного стану поверхневих вод**

Існуючі системи нормативів стану поверхневих вод України можна поділити на три основні групи: екологічні, санітарно-гігієнічні (для задоволення питних, рекреаційних потреб), водо-господарські (для задоволення господарсько-побутових потреб та інш.), які різняться між собою, мають різну мету та свої особливі характеристики. На теперішній час основними водоохоронними нормативами, які використовуються в Україні є система гранично-допустимих концентрацій (ГДК): санітарно-гігієнічні та рибогосподарські ГДК. Згідно Водного Кодексу України [1] вони є нормативами екологічної безпеки водокористування, а не екологічним нормативом якості води.

Система нормування в Україні базується на санітарно-гігієнічному підході. Законодавчо систему гігієнічного нормування закріплено переліком нормативних документів, зокрема статтею 33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2]. У водоохоронному законодавстві основними є «Правила охорони поверхневих вод» [3] та «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення» [4]. Сьогодні система нормування перебуває на перехідному етапі, про що свідчать зміни не лише у природоохоронному законодавстві, а й у законодавчій системі в цілому.

У 1964 році в роботі [5] вперше запропонована комплексна оцінка якості поверхневих вод, в якій у однаковій мірі були враховані поряд з хімічними та фізичними характеристиками забруднення, гідробіологічні та бактеріологічні показники. В якості характеристик використані наступні показники: БСК<sub>5</sub>, амоній сольовий, окремі токсичні речовини, запах, індекси сапробності, титр

кишкової палички, а також враховується опис зовнішнього вигляду водного об'єкту у місці відбору проби для аналізу. Запропонований індекс якості є середнім арифметичним підіндексів зазначених характеристик та розраховується за формулою 1.1.

$$I = \sum \frac{I_i}{N_i}; i=\overline{1, N} , \quad (1.1)$$

де

$I_i$  – величина, яка відповідає значенню конкретного  $i$ -го параметру та його важливості;

$N$  – кількість показників, які використовуються при розрахунку.

Пізніше в роботі Драчова С. М. [6] вперше запропоновано класифікацію з визначенням 6 категорій якості води, в якій води класифікуються від «дуже чистих» до «дуже брудних» із визначенням для кожної категорії значень окремих інгредієнтів. Це перша класифікаційна схема, що є основою у системі екологічного та гігієнічного нормування у багатьох країнах світу, та у відчизняній практиці не набула широкого застосування.

Починаючи з 1999 року відповідно документу «Правила охорони поверхневих вод», оцінка загального впливу забруднюючих речовин, які знаходяться у межах однієї групи лімітуючого показника шкідливості, проводиться за формулою 1.2. При надходженні забруднюючих речовин до водного об'єкту необхідне дотримання наступних умов:

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, i = \overline{1, N} , \quad (1.2)$$

де

$C_i$  – фактичні концентрації  $i$ -ї шкідливої речовини;

$ГДК_i$  – відповідні гранично-допустимі концентрації  $i$ -ї речовини;

$N$  – кількість речовини, обраних для розрахунку.

Допускається скидання стічних вод тільки у випадках, коли це не призводить до підвищення у водному об'єкті концентрацій забруднюючих речовин понад установлених норм, та за виконання умови очищення водокористувачем стічних вод до безпечних рівнів, які визначаються відповідними величинами гранично-допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин. Досягнення норм якості води має гарантувати встановлена величина ГДС [3].

Загальні вимоги щодо складу та властивостей поверхневих вод для різних видів водокористування (господарсько-питних, рибогосподарських та комунально-побутових потреб) визначаються гігієнічними нормативами якості поверхневих вод та регламентуються відповідним переліком документів [3], [7-9].

Вченими США у цей період було розроблено індекс якості води, що містить 10 параметрів [10]. Значення восьми з них визначаються на базі експертного оцінювання. Даний узагальнений показник є відношенням добутку суми окремо визначених підіндексів до суми коефіцієнтів температури води і забруднюючих речовин та відповідних вагових коефіцієнтів [10].

Подальшим удосконаленням цього напрямку робіт присвячено ряд досліджень, проведених за підтримки Національної організації санітарії США [11-13]. На державному рівні впроваджується використання індексу якості води, який складався з дев'яти обраних параметрів. Відмінною рисою показника є використання для його розрахунку значень побудованих експертним шляхом індексів безперервних кривих шкідливості, які визначають відповідність між значенням конкретного параметру стану водного об'єкта та безрозмірною величиною шкідливого ефекту, який викликається її рівнем. Індекс обчислюється за формулою 1.3.

Гігієнічний принцип нормування широко застосовувався в багатьох дослідженнях вітчизняних вчених. Зокрема у ВНДІВО для оцінки стану якості поверхневих вод було розроблено коефіцієнт забруднення [14], який розраховується як середнє арифметичне кратності перевищення ГДК для всіх



розглянутих речовин у досліджуваному водному об'єкті у всіх пунктах контролю усіх створів за всією кількістю вимірів кожного параметра.

$$IWQ = \sum W_i I_i; \quad i=\overline{1,9}, \quad (1.3)$$

де

$I_i$  – підіндекс  $i$ -го параметру;

$W_i$  – відповідний ваговий коефіцієнт.

Аналогічним чином побудовано низка різних комплексних показників, зокрема запропонований у роботі [15] умовний коефіцієнт комплексності, який розраховується як відношення кількості показників з перевищенням ГДК до загальної кількості показників якості води, що вимірюються.

Інтегральний показник забруднення води запропоновано визначати за «Тимчасовими методичними вказівками...» 1986 року [16]. При проведенні оцінки використовуються класи якості води, що визначаються на основі величини «індексу забруднення вод» (ІЗВ). Відповідно чого I класу якості води «дуже чиста» відповідає величина ІЗВ – 0,2, а VI класу «надзвичайно брудна» – величина більше 10 (Додаток Б, табл. Б.1).

Індекс забруднення води (ІЗВ) обчислюється на базі фактичних спостережених концентрацій [16]. Розрахунок ІЗВ в  $j$ -му створі річки ( $I_z$ ), проводиться за формулою 1.4.

$$I_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_6}, \quad (1.4)$$

де

$n$  – кількість показників, які використовуються для розрахунку індексу в  $j$ -му контрольному створі в  $t$ -ий період часу, з яких обов'язковими є розчинений кисень  $O_2$  і БСК<sub>5</sub>, а іншими – чотири перших інгредієнта з ранжируваного (за

кратністю перевищення ГДК) ряду концентрацій;

$C_i$  – концентрація  $i$ -ї хімічної речовини у воді, мг/дм<sup>3</sup>;

ГДК <sub>$i$</sub>  – гранично допустима концентрація  $i$ -ї хімічної речовини у воді, мг/л.

У 2003 році спеціалістами УКРНДІЕП запропоновано індекс, аналогічний ІЗВ, але на основі 10 показників – коефіцієнт забруднення (КЗ). Методика дає можливість підрахувати також узагальнені характеристики за одним будь-яким показником на ділянці. Але, не зважаючи на те що використання КЗ регламентується на державному рівні КНД 211.1.106-2003, такий підхід не здобув широкого використання у системі державного моніторингу.

Інтегральна оцінка якості води, запропонована Шайн А. С. [17], основана на поєднанні індексу металів ( $I_m$ ), загально-санітарного індексу ( $I_{oc}$ ), індексу токсичних речовин ( $I_t$ ), індексу специфічних забруднюючих речовин ( $I_3$ ), індексу домішок ( $I_{пр}$ ) та обчислюється за формулою 1.5.

$$I_p = \frac{1}{L} \sum_N I_k \times L_{k,k+1}, \quad (1.5)$$

де

$L$  – довжина ріки,

$I_k$  – інтегральна оцінка в  $k$ -тому створі;

$N$  – кількість створів обстеження;

$L_{k,k+1}$  – довжина ділянки ріки між  $k$  і  $k+1$  створом.

Враховуючи ефекти за окремими напрямками забруднення поверхневих вод запропоновано показник забруднення води [18], в основу якого покладено об'єднання окремо обчислених показників хімічного і бактеріального забруднення річкової води. Індекс розраховується як їх середня геометрична величина за формулою 1.6.

При цьому підіндекс бактеріального забруднення визначається як відношення фактичної величини колі-індексу до його нормативного значення. Підіндекс хімічного забруднення є максимальною величиною з обраних сум відношень фактичних концентрацій до відповідних значень ГДК цих речовин за

усіма групами показників, що розглядаються при оцінці. А всі обрані хімічні забруднюючі речовини поділяються на відповідні групи, що розділяються за однаковими лімітуючими показниками шкідливості. Однак, недолік запропонованого показника полягає в тому, що на його рівень впливає переважно група хімічних забруднюючих речовин, хоча інші домішки спричиняють не меншу негативну дію що має враховуватись у загальній оцінці забруднення вод.

$$I = \sqrt{I_{\text{хім}} * I_{\text{бак}}} , \quad (1.6)$$

де

$I_{\text{хім}}$  – показник хімічного забруднення;

$I_{\text{бак}}$  – показник бактеріального забруднення.

З метою гігієнічної класифікації водойм в роботі [19] використовується індекс оцінки якості води за ступенем забруднення, який визначається за формулою 1.7, як середньоарифметична величина кратності перевищення фактичних концентрацій речовин над значеннями їх ГДК:

$$I = 1 + \frac{1}{N} \sum \left( \frac{C_i}{ГДК_i} - 1 \right), \quad (1.7)$$

де

$C_i$  – концентрація хімічної речовини в воді, мг/л;

$ГДК_i$  – гранично допустима концентрація речовини у воді, мг/л.

Гігієнічний комплексний показник ступеня забруднення водних об'єктів, розроблений у ВМНДІГ ім. Ф.Ф.Ерісмана виражається у долях умовних одиниць [20]. При визначенні цього показника декларується умова, що при не перевищенні значенням фактичного рівня окремої домішки її гігієнічного нормативу, значення одиничного показника має дорівнювати 1. При не виконанні умови індекс дорівнює кратності перевищення цього нормативу. Для

виконання загальної оцінки групи параметрів значення цього комплексного індексу визначається сумою кратності перевищення ГДК відносно чотирьох лімітуючих показників шкідливості. Цей показник був основою запропонованої гігієнічної класифікації рівня забруднення водних об'єктів.

Головний недолік розглянутого переліку інтегральних та комплексних оцінок якості вод – це лінійність щодо концентрації забруднюючих речовин, та припущення про можливість простого підсумування загального шкідливого ефекту цих речовин. Система гігієнічного нормування ґрунтується на оцінці впливу окремої речовини на тест-об'єкт, але при цьому не враховуються існування синергізму, антагонізму, адитивності дії при комплексному впливі забруднюючих речовин. На основі даного підходу будується велика кількість різноманітних класифікацій, які різняться між собою здебільшого комплексом показників та кількістю класів (категорій), що використовуються, та їх нормативних величин, принципами їх побудови та методами інтеграції баз даних.

На сьогодні не існує загальновизнаної класифікації поверхневих вод на основі оцінки якісного стану. Проте у ряді країн, зокрема в Україні, розроблено велику кількість різноманітних класифікацій. На рівні окремих стандартів чи нормативних документів у ряді країн вже тривалий час визнані класифікації якості поверхневих вод. Основними принципами їх побудови у країнах ССРС залишається в переважній більшості оцінка рівня забруднення вод, на відміну від країн ЄС, де оцінка придатності води для різних видів водокористування є основою у водоохоронній та водогосподарській діяльності [21].

Викладена у ГОСТ 17.1.1.02-77 класифікація водних об'єктів за категоріями і класами враховує їхні морфометричні, фізико-географічні та режимні особливості, але при цьому не включає гідробіологічні, гідрохімічні та бактеріологічні показники якості поверхневих вод [22].

У 80-х роках в Україні, як і у ряді країн-членів РЕВ, у практиці управління водогосподарською та водоохоронною діяльністю досить часто застосовувалась класифікація якості поверхневих вод, що враховувала різні

групи характеристик: біологічних показників (Д), вміст органічних речовин (Б), вміст неорганічних речовин та значення фізичних показників (А), вміст органічних (Г) та неорганічних (У) промислових забруднюючих речовин. Згідно даної класифікації якість води може бути охарактеризовано згідно трьох класів придатності води для використання та шести класів якості з точки зору екологічного благополуччя (І клас – «дуже чиста» та VI клас – «дуже забруднена») [23].

Аналіз класифікацій якості поверхневих водних об'єктів показав, що методи побудови оціночних шкал та, як результат, граничні значення окремих показників, суттєво різняться, в класифікаціях поверхневих вод, що використовуються у водоохоронній практиці різних країн світу [24-29].

Зокрема, головна проблема великої кількості цих класифікацій полягає, по-перше у неузгодженості між собою кількісних значень критеріїв, що приведені для тих самих класів забруднення. По-друге, класифікації якості поверхневих водних об'єктів, побудовані на бальних або індексних оцінках, отриманих експертним шляхом, та як наслідок, складаються компіляторним або інтуїтивним методом, що знижує їх об'єктивність.

Раціональне водокористування це – процес взаємодії природного середовища та суспільного виробництва. Комплексний характер проблеми забезпечення якості навколишнього середовища, зокрема водних ресурсів, висувають вимоги залучення екосистемного підходу до її рішення. Ефективність водоохоронної системи і управління якістю значною мірою залежить від рівня організації інформаційних процесів, зокрема екологічного моніторингу. Однією з важливіших задач сьогодні є удосконалення інформаційного забезпечення екологічної проблеми на принципах цільового програмного планування. Вдосконалення показників стану, критеріїв оцінки, методологічних основ та методичних підходів, а також нормативної бази може бути одним із напрямків вирішення цієї проблеми [30-31].

## 1.2 Аналіз закордонного досвіду нормування якості поверхневих вод

Система державного екологічного моніторингу поверхневих вод різних країн суттєво відрізняється відповідно: екологічних умов, соціально-політичних та економічних причин, сформованої часом природоохоронної практики, відмінністю у підходах до системи управління водними ресурсами, регіональних особливостей формування якості води тощо. Сьогодні важливою складовою екологічного моніторингу поверхневих вод у багатьох країнах є біологічний моніторинг. Зазначені розбіжності стосуються не тільки організаційних аспектів проведення спостережень за якісним станом поверхневих вод, а також і науково-методичного забезпечення [32-35].

Зміни біотичної складової річкових басейнових систем пов'язані не тільки з антропогенним навантаженням, а і з впливом природних факторів, що ускладнює встановлення конкретних причин виявлених порушень, тому нерідко біомоніторинг розглядається як “екосистемний термометр”, що комплексно може охарактеризувати стан поверхневого водного об'єкта. В багатьох країнах світу результати біомоніторингу використовуються для розроблення цільових показників для національних та регіональних природоохоронних програм з екологічного оздоровлення та відтворення водних ресурсів [35].

Анализ світового досвіду екологічних оцінок якісного стану водних об'єктів, які вдало використовуються сьогодні, дозволяє визначити наступні підходи: 1) оцінки, на основі трофності екосистем; 2) біотичні індекси; 3) індекси видового різноманіття; 4) оцінки, ґрунтовані на системі сапробності; 5) індекси зрівняння (компоративні); 6) комбіновані оцінки (інтегральні чи комплексні).

Надалі розглянемо найбільш типові та ефективні методи, впроваджені у водоохоронній практиці окремих країн.

Методи біомоніторингу, які використовуються в **країнах ЄС**, підрозділяються на два типи: методи «bioassessments» та методи «bioassays». До

першої групи методів віднесені методи біоіндикації, за допомогою яких можливо оцінити відгук гідробіонтів на весь комплекс антропогенної дії. До другої – тести на трофність водної екосистеми, біоаккумуляцію токсикантів, токсичність донних відкладів та води тощо. Методи «bioassays» відносяться до числа експериментальних, на відміну від методів «bioassessments», які використовують методології прямих спостережень за гідробіотами у природних умовах. Ці методи застосовуються для комплексної оцінки стану водних екосистем, як оперативний аналіз стану екосистеми водного об'єкту, а також для побудови прогнозів тенденцій можливих змін чи порушень екосистеми [36].

Методи «bioassessments» розділяються на дві групи: таксономічні / нетаксономічні та структурні / функціональні методи. Велика кількість даних методів оцінки вод відноситься до структурних / таксономічних, що засновані на аналізі змін структури угруповань (показники різноманіття, щільності, багатства таксонів, співвідношення груп організмів), а також відсутності або наявності індикаторних організмів, що відображають рівень забруднення поверхневих вод. Як біоіндикаторні організми можливо використовувати окремі групи: водоростей, бактерій, грибів, риб, безхребетних, макрофітів тощо.

Більшість країни-членів ЄС має свою окрему систему біологічної оцінки якості водотоків, що адаптована до фізико-географічних та ландшафтно-екологічних особливостей басейнових річкових систем. Більш значного поширення на практиці набули різноманітні біотичні індекси, що мають в основі індикаторні властивості макробезхребетних.

У **Великій Британії** понад 40 років проводяться гідробіологічні спостереження за екологічним станом поверхневих водних об'єктів. Вперше система біотичних оцінок стану водних екосистем була запропонована та здобула широкого застосування саме в цій країні [37].

В 1970 році система державного екологічного моніторингу розпочала проведення узагальнення даних щодо якості поверхневих вод країни з

інтервалом у п'ять років. На основі цього формуються відповідні інформаційні бази. З 1970 року оцінка стану поверхневих вод проводиться на основі розробленої типізації вод, що має в основі 4 класи якості води. Всі класи характеризувалися відповідним видовим переліком водної фауни. В 1975 р. оцінка якості вод здійснювалася лише за хімічними показниками. А вже у 1980 р. процедуру оцінки якості поверхневих вод було істотно змінено з огляду на розроблення нової класифікації водних об'єктів Національною Комісією по воді (NWC).

Дослідження останніх років свідчать про недостатню узгодженість екологічних оцінок, що використовують разом з хімічною також і біологічну класифікації для водотоків з уповільненою течією для регіону східної Англії. Це обґрунтовує необхідність диференціації біологічних оцінок для різних типів вод, що досі не вирішено в повній мірі у ряді країн.

У **Бельгії** з 1978 року виконується біологічна оцінка якісного стану поверхневих вод. На основі сформованої бази даних проводиться їх класифікація за допомогою Бельгійського біотичного індексу (ВВІ). Оцінка базується на модифікації французького біотичного індексу, а також біотичного індексу р. Трент (ТВІ). Ця модифікація торкалась, в першу чергу, методики відбору проб, а також було розширено таксономічний ряд індикаторних одиниць. З 1984 році цей метод затверджено у Бельгії як стандарт [38]. Результати відповідних досліджень, використовуються у сучасній практиці як основа цільових держаних програм з охорони водних ресурсів та попередження їх забруднення. Цей показник заснований на реакції макробезхребетних до забруднення води водного об'єкту, що проявляється у динамічному зниженні чисельності визначених чутливих до забруднення окремих груп організмів, а також зменшенні їх видового різноманіття відповідно до погіршенням якості поверхневих вод. Значення індексу може змінюватися у діапазоні від 10 до 0 (Додаток Б, табл. Б.1). Сьогодні ВВІ вдало використовується у системі нормування якості води низки країн, в тому числі як складової у екологічних класифікаціях.



Національна програма моніторингу якості поверхневих вод у **Нідерландах** досить розгорнута та включає, окрім гідрохімічних спостережень, великий перелік гідробіологічних показників, зокрема токсикологічні та екосистемні спостереження [39]. До екосистемних відносяться інтегральні екологічні оцінки стану водної екосистеми.

На виконання «Закону про контроль за забрудненням поверхневих вод» комісією з цього питання (CUWVO) було детально розроблено критерії та цілі екологічних оцінок якості для різних типів поверхневих вод країни. Для поверхневих вод водотоків рекомендації CUWVO було у подальшому вдосконалено та розроблено у відповідну класифікаційну систему, в основі якої лежить аналіз макрофауни. В останні роки виконуються роботи як з уніфікації окремих напрямків геоінформаційних систем для можливості узагальнення гідроморфологічної, гідрохімічної та гідробіологічної інформації, так з регіональної адаптації біологічних оцінок на державному рівні.

Великий обсяг досліджень у Нідерландах виконується для розроблення загальних підходів до екологічної оцінки і нормування якості транскордонних поверхневих водних об'єктів (особливо р. Рейн).

Для оцінки та управління якістю вод у **Данії** використовується екологічна класифікація поверхневих вод, що містить чотири класи та три проміжні градації. В основі цієї оцінки лежать індекси сапробності [40].

Розробляються відповідні тематичні карти якісного стану водотоків, озер і прибережних морських вод країни. Окремо відображається інформація щодо регіонів підвищеного наукового інтересу, зокрема рекреаційних зон, нерестовищ, штучного розведення тварин, місць розташування скиду стічних вод, зон з дефіцитом розчиненого кисню та інших цільових потреб.

В рамках сумісних проєктів Данії та Нідерландів проводиться великий обсяг робіт з біологічної та загальної екологічної оцінки якості поверхневих та підземних вод у рамках Міжнародної програми співробітництва по р. Рейн.

У **Німеччині**, науковцями Марссоном і Кольквитцем, вперше була запропонована система сапробності, що в подальшому буде модифікована

Лібманом та рядом інших фахівців. Сьогодні ця система набула широкого використання в Німеччині для біологічної оцінки якості поверхневих вод [41].

До цієї класифікації водних об'єктів країни, яка полягає у виділенні чотирьох класів та трьох підкласів, включено індекс сапробності. Дана класифікація в основному зорієнтована на визначення забруднення поверхневих вод органічними речовинами. За її допомогою розробляються відповідні карти якісного стану водних об'єктів країни.

Для характеристики рівнів забруднення поверхневих водних об'єктів біогенними речовинами застосовується спеціальна класифікація, в основі якої також лежить визначення 4 класів якості вод. До переліку показників, які використовуються у цій класифікації входить показник продукції фітопланктону.

Необхідно зазначити, що гарантування мінімальної якості води, яка відповідає другому класу якості – «добрий стан» загальної класифікації поверхневих водних об'єктів регламентується на законодавчому рівні «Правилами управління водними ресурсами». Значення індексу сапробності для 2-го класу, що складає  $1,8 < 2,3$  затверджено як нормативне, індекс сапробності обчислюється за методом Зелінки та Марвена (Zelinka, Marvan, 1961). При погіршенні якості поверхневих вод нижче за другий клас, передбачається негайне посилення водоохоронної діяльності в межах даного регіону [42].

Вирішення двох основних задач покладено в основу водоохоронної політики **Франції**: по-перше охорона водних екосистем та їх біологічного потенціалу, як одного з головних елементів довкілля, по-друге охорона водних ресурсів для збереження та відновлення як кількісного, так і якісного потенціалу для задоволення різних соціально-економічних потреб суспільства. Екологічним аспектам управління якістю поверхневих вод в країні приділено значну увагу. За для цього виконано великий обсяг досліджень з розробки та вдосконалення біологічних методів оцінки якісного стану водних об'єктів, апробація яких і сьогодні проводяться досить інтенсивно.

Спочатку був запропонований біотичний індекс, що являє собою модифікацію біотичного індексу р. Трент відповідно до зональних особливостей Франції, в подальшому розроблено узагальнений інтегральний індекс біологічної якості (IQBG), оскільки він не в повному обсязі задовольняв потребам водоохоронної політики країни, було запропоновано біологічний індекс загальної якості (IBG). Цей індекс вдало використовується в системі екологічного моніторингу країни до сьогодні. IBG має перелік вагомих переваг:

- має достатньо високу чутливість порівняно з IQBG, незважаючи на використання менш розвиненого таксономічного ряду;
- надає можливість дослідження великого обсягу даних;
- ефективний для застосування його у оцінці якості водотоків з уповільненою течією та в зонах підвищення температур [43].

Даний метод оцінки стану загальної якості водних об'єктів в даний час стандартизовано.

Запропонована в 1971 році система біологічної оцінки якості вод є складовою частиною загальної класифікації водних об'єктів, на якій базується вся водоохоронна діяльність Франції. В основі цієї класифікації є виділення трьох класів якості поверхневих вод (з двома підкласами першого): Іа – «відмінне»; Іб – «добре»; ІІ – «припустиме» та ІІІ – «посереднє». В ході практичного впровадження класифікації проводились її неодноразові корегування.

Для оцінки якості поверхневих вод **Італії** використовується модифікований біотичний індекс (ЕВІ), який також в основі має класифікацію біотичного індексу ТВІ. Дана модифікація оцінки, розроблена зусиллями італійських спеціалістів та враховує характерні структурні особливості бентосної фауни водотоків країни [44]. Використання результатів біологічної оцінки якості вод широко впроваджуються у розроблення екологічних карт країни в цілому та окремо для кожної провінції. Класифікація, що використовується при цьому, підрозділяє якість води на 5 класів. Шкала

значень індексу для різних водних об'єктів країни відповідає значенням від 0 до 14 балів. На національному, регіональному та місцевих рівнях постійно проводяться роботи з проведення оцінки ефективності першочергово необхідних заходів для поліпшення стану водних екосистем, як важливої складової басейнових геосистем в цілому.

Комплексну оцінку якості поверхневих вод у **Фінляндії** здійснюють за загальною класифікацією, в якій широко засовуються показники трофності водного об'єкту (табл. 1.1) [45].

У процесі моніторингу поверхневих вод за рік отримують близько півмільйона даних різних показників, однак лише незначна частина з них містить необхідну інформацію про екологічне порушення їх стану, отриману з використанням системи біологічного моніторингу. Дослідження, виконані на озерах як Фінляндії, так і Швеції, виявили, що ефективним у біоіндикації є використання личинок хірономід, олігохет, а також представників водних макрофітів. Отримання об'єктивної оцінки екологічного стану водних об'єктів передбачає використання багатофакторних методів аналізу зазначених угруповань [46].

*Таблиця 1.1*

**Загальна класифікація поверхневих вод Фінляндії [45]**

Клас якості води	Характеристика водних об'єктів	Біологічні параметри, межі їх змін
I Відмінна якість	Поверхневі води в природному стані, як правило оліготрофні, вода прозора або з невеликим вмістом гумусу. Якість вод придатна для всіх класів водокористування.	Хлорофіл «а» (сезон вегетації) менше 3 мкг/л. Фекальні стрептококи або коліформи менше 10 кл/100 мол.
II Добра якість	Води близькі до природного стану або слабо евтрофовані. Водні об'єкти придатні для всіх класів водокористування.	Хлорофіл «а» (сезон вегетації) менше 20 мкг/л. Фекальні стрептококи або коліформи менше 50 кл/100 мол.

*Продовження таблиці 1.1*

Клас якості води	Характеристика водних об'єктів	Біологічні параметри, межі їх змін
III Задовільна якість	Поверхневі води перебувають під слабким впливом точкових або дифузних джерел забруднення, тощо. Якість вод відповідає вимогам більшості класів водокористування.	Хлорофіл "а" (сезон вегетаційний) менше 20 мкг/л. Фекальні стрептококи або коліформи менше 100 кл/100 мол.
IV Не задовільна якість	Водні об'єкти суттєво забруднені в наслідок надходження поверхневого стоку або стічних вод та під дією інших чинників. Якість вод придатна лише для класів водокористування з менш жорсткими вимогами до якості води.	Хлорофіл «а» (сезон вегетації) – 20-50 мкг/л, часто спостерігається евтрофікація водного об'єкту. Фекальні стрептококи або коліформи менше 1000 кл/100 мол Нерідко відмічається зміни смаку риби.
V Погана якість	Поверхневі води дуже забруднені в наслідок надходження поверхневого стоку або стічних вод та під дією інших чинників.	Хлорофіл «а» (сезон вегетації) більше 50 мкг/л. Концентрація ртуті в хижих рибах перевищують 1 мкг/дм <sup>3</sup> .

У **Швеції**, аналогічно до попередньо розглянутого підходу, вдало використовується узагальнена класифікація поверхневих вод [47]. Згідно з цією класифікацією поверхневі водні об'єкти поділяються на чотири класи (та три проміжні підкласи). Узагальнена класифікація Швеції застосовує оцінку сапробності (за Лібманом).

Для виконання оцінки екологічного стану озер країни Національна Рада охорони довкілля Швеції розробила класифікацію для даного типу поверхневих вод. Класифікація включає перелік показників накопичення важких металів не лише у воді, а також у донних відкладах, та гідробіонтах (рибах і молюсках).

У **Норвегії** впроваджено класифікацію водних об'єктів, в якій також виділяється чотири класи якості вод та три проміжні градації. Характерною відмінністю даної екологічної класифікації є велика кількість біологічних

показників (загальна кількість мікроорганізмів, індекс сапробності, чисельність амоніфікаторів, стрептококів, фекальних коліформ тощо).

Для екологічної оцінки якості води численних фіордів в країні застосовуються показники різноманіття донної фауни, яка розвивається на м'яких типах ґрунтів. [48].

У деяких випадках для оцінки якості поверхневих вод виконують за допомогою методу «bioassay». З використанням активного експерименту на тест-об'єктах, в якості яких використовуються окремі види водоростей, визначається потенційна продуктивність та токсичність вод, що досліджуються.

У **Швейцарії** для оцінки екологічного стану водних об'єктів, прогнозування їх стану, обґрунтування управлінських рішень у системі нормування якості водних ресурсів Женевського озера впроваджено комплекс гідрохімічних та гідробіологічних методів. У якості біоіндикаторів використовується фауна донних безхребетних [49].

Більшість східноєвропейських країн, що входили раніше до Ради Економічної Взаємодопомоги (РЕВ) – **Польща, Румунія, Словаччина, Болгарія, Чехія та Угорщина** широко використовували при проведенні біологічних оцінок якості водних об'єктів різні варіанти з залученням системи сапробності [50, 51].

У 1976 році угорським вченим Л.Фелфолді розроблена одна з перших саме екологічних класифікацій поверхневих вод, котра налічувала дев'ять класів якості та враховувала екологічні критерії оцінки стану водних екосистем, а саме: трофність, сапробність, таксобність, галобність [25]. До переліку параметрів, за якими проводиться класифікація, входять такі показники: величина первинної продукції, індекс Пантле – Букка, загальна чисельність мікроорганізмів, чисельність водоростей, категорія таксобності.

Важливим кроком у галузі використання методів біомоніторингу для оцінки якості поверхневих вод була розроблення науковцями країн-членів колишнього РЕВ керівного нормативного документа «Єдині критерії якості вод», затвердженого у 1982 році Радою Керівників Водогосподарчих Органів

усіх держав РЕВ.

Класифікація водних об'єктів проводилась на основі виділення шести класів якості вод за певним переліком екологічних критеріїв [23]. Для кожного з класів було розроблено нормативні рівні величин біологічних показників, окремо для проточних і непротічних водних об'єктів.

Необхідно зауважити, що «Єдині критерії якості вод» є одним із небагатьох нормативних документів, який спирався на засади домовленостей в рамках багатосторонньої угоди в галузі екологічної оцінки якості поверхневих вод. Запропоновані класифікації виявились достатньо корисними для вирішення великої кількості водоохоронних задач, особливо на транскордонних ділянках басейнів річок. [52].

Сьогодні у **Російській Федерації** функціонує, організована ще 1974 року, гідробіологічна служба контролю якості поверхневих вод. Принципи організації її були ідентичними з системою гідрохімічного контролю водних об'єктів, що діяла на той час [53]. Однак, великий об'єм робіт щодо формування теоретичних засад біологічного аналізу якості поверхневих вод та розроблення науково-обґрунтованих методів біомоніторингу було виконано ще до організації загальнодержавної служби гідробіологічного контролю.

У 1982 році було розроблено узагальнену класифікацію водних об'єктів для уніфікації методів аналізу гідробіологічної інформації, якою передбачено визначення шести класів якісного стану водних екосистем [53]. Класифікація ґрунтується на основі експертних висновків кваліфікованих фахівців-гідробіологів та затверджено державним стандартом. Основною якої є показники: ТВІ, індекси сапробності зоо- та фітопланктону, загальна чисельність бактеріопланктону, кількість сапрофітів та різні їх співвідношення. Ця класифікація до теперішнього часу є основним нормативним документом, що застосовується при узагальненні результатів режимних спостережень.

В останні роки фахівцями РФ запропоновані та набули широкого застосування біологічні критерії виявлення зон надзвичайних екологічних ситуацій та екологічного лиха. Зокрема розроблено низку математичних

методів обґрунтування формування комплексних біологічних оцінок якості водних об'єктів, наприклад на базі узагальненої функції бажаності [54] тощо.

Головним органом, який здійснює управління якістю поверхневих вод у США до сьогодні є Агентство з Охорони Навколишнього Середовища (EPA). Цей орган регулює розроблення та впровадження федеральних та регіональних програм з охорони поверхневих водних ресурсів.

В державі використовується широкий перелік різноманітних характеристик для оцінки техногенного впливу на екологічний стан поверхневих вод, зокрема індекси: якісного стану водотоків (SHQI), рибопродуктивності (EI), біотичної цілісності (BMWP), якісного стану озер (LNQI), трофічного стану (TSI) тощо. В роботі [55] проведено аналіз досвіду використання методів оцінки екологічного стану водних об'єктів, заснованих на методах біоіндикації, які набули широкого використання у програмі моніторингу довкілля США (EMAP).

У країні розроблено та впроваджено на держаному рівні районування територій з метою виділення екорегіонів для реалізація водоохоронного управління. Регіональний підхід щодо встановлення екологічних нормативів (критеріїв) є необхідним з огляду на просторово-часову неоднорідність умов формування якості поверхневих вод і різну токсикорезистентність гідробіонтів, що їх населяють. Також необхідним є врахування низки природних факторів, що відносно однорідні у виділених екорегіонах. Для кожного регіону розроблено екологічні нормативи (критерії) якості водних об'єктів, що спрямовані на збереження та відтворення водних екосистем та басейнових геосистем вцілому. Виділення екорегіонів обґрунтовано низкою досліджень, в ході яких виявлено, що компоненти природних екосистем, зокрема біотичні угруповання, різняться в окремих екорегіонах, але відносно однорідні у їх межах.

Проведення оцінки екологічного стану поверхневих вод відбувається в два етапи. Протягом першого етапу проводиться комплекс натурних досліджень для визначення екологічного стану водних об'єктів з метою визначення



видового складу та чисельності організмів, що мають бути в досліджуваній системі. При цьому приділяється більше уваги пріоритетними видам – особливо цінним з екологічної або економічної позицій. Для виконання поставленої мети необхідним є визначення відповідності середовища існування, аналіз якого проводиться стосовно кожного обраного пріоритетного виду. У даному випадку середовище існування передбачає лише відповідні значення хімічних, фізичних та окремих біологічних характеристик водної екосистеми.

Визначення модельного індексу відповідності середовища існування (HSI) в даному випадку використовується для метою можливості визначення співвідношення у формі кривих оптимумів для видів за відповідними параметрами середовища. Кінцевим результатом використання HSI-моделі є чисельний вираз, який відображає оптимальні умови довкілля для досліджуваного виду, а саме умови, що забезпечують максимальну чисельність цього виду.

На другому етапі оцінки проводиться зіставлення фактичних даних щодо видового складу та чисельності гідробіонтів відповідно оптимально можливої їх кількості. Далі за допомогою цього зіставлення визначається перелік факторів, що не був врахований в моделі, в тому числі ступінь екологічного благополуччя досліджуваного водного об'єкта.

Ще один, близький до попереднього, підхід щодо оцінки екологічного стану поверхневих вод складається з проведення зіставлення фактичних значень окремих параметрів водних екосистем (що застосовуються в якості екологічних індикаторів) із установленими критеріями для різних типів водних об'єктів. Для цього розроблено необхідні регіональні оціночні шкали для цілої низки відповідних екологічних індикаторів.

В Сполучених штатах, для вирішення окремих завдань, застосовують матеріали, щодо токсичності води та донних відкладів, а також щодо накопичення у гідробіонтах низки забруднюючих речовин та їх сполук. Також широко використовують структурні та функціональні характеристики водних екосистем для проведення оцінок їх екологічного благополуччя.

З 1996 року в країні створена цільова робоча група при ЕРА, яка веде роботу з формування екологічних показників у рамках «Програми екологічного моніторингу та оцінки стану довкілля». До переліку напрямків її роботи входять:

- стратегія досліджень щодо розроблення екологічних показників якості довкілля;
- показники програми екологічного моніторингу, щодо їх об'єктивності та доцільності;
- взаємодія з організаціями, що використовують екологічні показники у своїй діяльності [56].

В рамках Програми інтернаціонального співробітництва з охорони навколишнього природного середовища (Нідерланди) сумісно з **Індійською** Центральною Радою з контролю забруднення довкілля було розроблено систему оцінки якості поверхневих вод, до складу якої входять хімічні, біологічні та бактеріологічні показники. Для врахування впливу речовин специфічної дії або забруднення параметри компонуються у дев'ять інтегральних показників та можуть бути наведеними у вигляді діаграми типу АМОЕВА [55].

Заслуговує на увагу організація водоохоронної практики у **Канаді**, де виокремлюється вивчення процесів евтрофування, закислення та токсичного забруднення поверхневих водних об'єктів. Також доцільним визначено розроблення екологічних оцінок якості вод окремо для різних типів басейнових систем, при цьому враховуються регіональні особливості їх водозбірних територій. В якості біоіндикаційних методів широко використовуються наступні параметри: індекси видової різноманітності, характеристики морфологічних аномалій, показники динаміки відтворення масових видів риб та інші.

В країні розроблено спеціальні методи, для здійснення експериментів з біотестування в польових умовах з метою визначення забруднення поверхневих вод токсичними речовинами. У результаті поглиблених досліджень було обрано найбільш ефективні тест-реакції та тест-об'єкти щодо проведення

оцінки токсичності води та донних відкладів водних екосистем на території Канади [57].

Широкого використання біологічні методи оцінки якості водних об'єктів набули в **Японії**, які були офіційно затверджені ще 1982 року [58]. Недоліки та переваги контролю якості поверхневих водних об'єктів із застосуванням методів біоіндикації детально розглянуто у роботі [59]. Окремо розглянуто критерії відбору гідробіонтів, найбільш придатних для використання у системі екологічного моніторингу.

Таким чином, в результаті проведеного аналізу систем біомоніторингу, які функціонують сьогодні у різних країнах світу, можливо зазначити їх певну різноманітність. Істотні відмінності стосуються головним чином:

- цілей, завдань та методів організації регулярних спостережень;
- методів представлення та узагальнення гідробіологічної інформації;
- переліку показників та обсягу їх використання у водоохоронній практиці;
- рівня автоматизації та уніфікації процесу розрахунків узагальнених характеристик тощо.

Результати численних досліджень, проведених різними фахівцями щодо співставлення низки методів біоіндикації та біотестування, які використовуються сьогодні для оцінки екологічного стану конкретних басейнових геосистем, підтверджують їх різну обґрунтованість, інформативність, об'єктивність, чутливість та витратність [60].

Різноманітність існуючих методів екологічних оцінок стану водотоків і водойм, зокрема методів біоіндикації та біотестування, а також підходів до врахування регіональних особливостей басейнових геосистем (районування територій), підтверджує значну складність проблеми. З цього випливає необхідність удосконалення оцінки екологічного благополуччя поверхневих вод на міжнародному рівні. В останні роки у країнах **Європи та Північної Америки** проведено велику кількість досліджень та прикладних робіт з уніфікації підходів до організації екологічного моніторингу, врахуванню

регіональних особливостей довкілля водозбору, а також із стандартизації методів відбору проб, інтеркалібрації методів біоіндикації та біотестування тощо. Окремі результати наведено у роботах [32, 55, 61].

Великим кроком у сфері гармонізації екологічних підходів з управління якістю поверхневих вод на міжнародному рівні є розроблення Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС [62] та Директиви екологічних стандартів якості з контролю вод 2008/105/ЄС [63].

При цьому, біологічні методи займають важливе місце у системі контролю якості водних ресурсів всіх країн ЄС, навіть якщо політика запобігання забрудненню довкілля спирається на контроль надходження окремих забруднюючих хімічних речовин. Зокрема, у роботі з огляду основних методів екологічного моніторингу стану Північного моря [64] зазначено, що екологічний стан водних об'єктів, зрештою, визначається біологічними характеристиками. З цієї причини біологічні показники мають бути основною частиною у природоохоронних програмах з контролю антропогенної дії на водні екосистеми. Поряд з цим означено корисність біологічних визначень для інтеграції впливу антропогенних чинників за певний час та у разі повторного впливу, передбачено проведення оцінки біонакопичення різних забруднюючих речовин у гідробіонтах, а також кращого розуміння зв'язку причин і наслідків, а як наслідок і аспектів впливу окремих факторів забруднення.

В результаті проведеного аналізу біологічних методів можливо виділити їх переваги відносно хімічних у системі екологічного моніторингу. В першу чергу, ці методи можуть визначати ефекти, в яких біонакопичення хімічних речовин поєднується з їх токсичністю, а також, це є способом поєднання ефектів значної кількості індивідуальних процесів та сумації у часі їхньої дії. З огляду на те, що біологічні ефекти здатні до накопичення та мають інтегральну природу, зокрема на високих рівнях біологічної організації, стає можливим скорочення кількості визначень у часі та просторі. З огляду на орієнтацію водоохоронної політики на зменшення рівня хімічного забруднення та виявлення певних проблем з виконанням цієї задачі, біологічний аналіз не

зможє повністю замінити хімічний. Однак, для вирішення окремих задач, кількість хімічних аналізів можливо скоротити за рахунок інтегральних оцінок (контроль біологічних показників спільно з хімічними), що дає змогу проведення більш складних інших аналітичних процедур.

Однак, недоліком біологічних показників є складність співставлення відгуку біоти щодо певних аспектів хімічного забруднення, але здебільшого це не ставиться за мету. Біологічні обстеження використовуються як перша стадія контролю, тобто встановлення саме факту негативного явища в екосистемі, а хімічні дослідження вже застосовуються для виявлення причин цього явища. Це зазначається багатьма фахівцями, зокрема і у роботі [65].

ВРД 2000/60/ЄС є документом, що містить здебільшого загальні положення і оцінки щодо методичних питань. В документі зазначено, що екологічна оцінка якості поверхневих вод повинна виконуватись за допомогою застосування національних стандартів щодо методів і шкал оцінки. Попре це, можливе застосування деяких з цих стандартів у наднаціональному масштабі. З цього приводу необхідно пригадати індекси сапробності, які розраховуються за німецьким стандартом DIN 38410 [66]. Існує також перелік методичних настанов щодо виконання біологічного аналізу, наприклад рекомендації з моніторингу фітопланктону в Балтійському морі [67], однак вони чинні лише на міжнародному рівні на відміну від загальноєвропейського.

На момент створення ВРД ЄС процес розроблення загальноєвропейських стандартів щодо методів біологічної оцінки був на початковому етапі. Достатньо повним був лише перелік стандартів для проб донних макробезхребетних. На сьогодні розроблено та успішно використовується низка методів оцінки з використанням макрофітних індексів, зокрема наведених у роботах [68-70].

Ці методи (зокрема MMOR) [71] враховують просторові зміни ландшафтно-географічних особливостей геосистем басейнів річок, зокрема зміну підстилаючих порід, які формують тип дна водотоку, що є важливою умовою розповсюдження угруповань макрофітів.

В умовах необхідності адаптації до вимог ВРД 2000/60/ЄС методів оцінки якості поверхневих вод, які використовуються сьогодні у водоохоронній практиці України, особливої уваги потребує не тільки організація екологічного моніторингу (на законодавчому рівні), але і розроблення та вдосконалення інтегральних екологічних оцінок, за допомогою яких можливе врахування фізико-географічних та ландшафтних особливостей басейнових геосистем, зокрема регіональних особливостей формування річкового стоку.

### **1.3 Сучасні методи екологічного нормування якості поверхневих вод, що використовуються в Україні**

Сучасна практика встановлення екологічних нормативів стану навколишнього природного середовища та антропогенного навантаження на нього обумовлена статтею 33 ЗУ “Про охорону навколишнього природного середовища” [2], яка зобов’язує дотримання вимог санітарно-гігієнічних, санітарно-протиепідемічних правил і норм, гігієнічних нормативів та не враховує досліджень ландшафтно-географічних особливостей природних екосистем на основі всебічного аналізу взаємозв’язків всіх компонентів ландшафтних комплексів у цілому, особливості їх генезису, властивостей, закономірностей формування та змін під впливом природних та антропогенних факторів.

Встановлення екологічного нормативу якості водних об’єктів передбачено ст.ст. 35 і 37 ВКУ, але досі не розроблена методика їх наукового обґрунтування.

Для розрахунку екологічних нормативів необхідна інформаційна база даних щодо стану водних об’єктів за результатами багаторічних досліджень. Система державного моніторингу повинна забезпечувати цією інформацією.

Теоретичні основи та загальні принципи побудови системи екологічного моніторингу, розроблялися з початку 90-х років, як в Україні, так і за її межами. Особливої уваги заслуговує той факт, що основні вимоги до цієї системи та

відношення управлінських структур до екологічних проблем, а також технічні можливості в галузі збору та оброблення інформації за цей період зазнали значних змін. Відповідно чого було змінено й основні аспекти щодо пріоритетності вирішення загальних питань як у водогосподарській практиці, так і у водоохоронній діяльності.

Згідно зі ст. 21 ВКУ «...державний моніторинг вод здійснюється в країні з метою забезпечення збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан вод, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів..» [2].

Екологічний моніторинг вод є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища України і здійснюється в затвердженому порядку, який визначається Кабінетом Міністрів України (КМУ) відповідними постановами.

Так, Постановою КМУ № 785 у 1993 році визначено, що «...система державного моніторингу навколишнього природного середовища України створюється з дотриманням міжнародних вимог і є сумісною з аналогічними міжнародними системами...» [72].

Постановою КМУ № 815 було затверджено «Порядок здійснення державного моніторингу вод». У цьому документі встановлено основні вимоги щодо організації системи державного моніторингу вод, на попередньому етапі – до взаємодії відповідних міністерств та відомств під час його проведення та забезпечення органів державної виконавчої влади необхідною інформацією для прийняття відповідних рішень щодо стану водного фонду України [73].

Об'єктами державного моніторингу вод є: поверхневі води (природні та штучні водойми), підземні води та джерела, внутрішні морські води та територіальне море, виключна (морська) економічна зона України, різні джерела забруднення вод; надходження шкідливих речовин з донних відкладень. Державне агентство водних ресурсів України є суб'єктом державного моніторингу поверхневих вод, який несе відповідальність за

своєчасне проведення та виконання аналізу якості водних об'єктів [73].

За результатами проведення державного моніторингу поверхневих вод отримується наступна інформація: 1) первинна інформація (дані натурних обстежень), що одержується відповідними суб'єктами державного моніторингу поверхневих вод в результаті обстежень; 2) узагальнені дані, щодо певної території та/чи зазначеного часового терміну; 3) результати щодо оцінки стану поверхневих вод та наявних джерел негативної дії на відповідні водні об'єкти; 4) комплексні показники та/чи індекси, які отримуються за проведенням узагальнень за відповідними вимірами; 5) спрогнозований стан поверхневих вод та аналіз його можливих змін; 6) науково обґрунтовані настанови та рекомендації щодо водоохоронної діяльності.

Інформація, яка була отримана та необхідним чином оброблена суб'єктами державного моніторингу вод є офіційною. Комплекс спостережень екологічного стану поверхневих вод має виконуватись у відповідності з загальним списком показників, зокрема:

- група показників якості поверхневих водних об'єктів та порушень нормативів екологічної безпеки відповідного типу водокористування;
- група показників, щодо наявних кількісних характеристик водних ресурсів та їх зміни у часі та просторі;
- розроблений для відповідних цілей та затверджений в установленому порядку екологічний норматив та категорії якості води водних об'єктів.

У 1982 році розроблено загальну класифікацію для природних об'єктів для державної системи моніторингу відповіно їх значення (зокрема виділено наукове, господарське та естетичне значення) [74]. Відповідно до цієї класифікації виокремлюють три типи природних об'єктів, а саме: 1) з помірним антропогенним навантаженням; 2) унікальні та заповідні території; 3) з штучними антропогенними екосистемами та ті, що були сильно переформовані.

Критерії для оцінки екологічного стану всіх природних об'єктів на основі бачення фахівців про значні якісні зміни екосистем, в тому числі водних, під дією антропогенних чинників, були розроблені окремо для кожної категорії.



Існує думка щодо збільшення рівня метаболізму біогеоценозу (метаболічний прогрес) чи зменшення його рівня (метаболічний регрес) під впливом забруднення довкілля у наслідок підвищення чи зниження необхідних для існування біоценозу процесів утилізації речовини і енергії.

Виділяють три категорії екосистем: 1 категорія – екосистеми з повною відсутністю екологічних перетворень; 2 категорія – екосистеми з відсутністю екологічних перетворень, що зумовлюють екологічний регрес; 3 категорія – екосистеми з відсутністю екологічних перетворень які зумовлюють метаболічний та екологічний регрес. Також, всі категорії включали перелік додаткових критеріїв, щодо специфічних вимог для окремих типів поверхневих водних об'єктів. Зокрема, для водних об'єктів з осетровими було запропоновано характеристику – збереження осетрових риб. Але варто зазначити, що ця критеріальна система оцінки не здобула загального визнання фахівцями та широкого використання у системі вітчизняного моніторингу, з причини досить складного алгоритму проведення [74].

Відчизнаними фахівцями, за участю Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем у 1998 році розробляється нормативний документ «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», згідно якого оцінка якісного стану поверхневих вод України має проводитись з урахуванням значного переліку характеристик стану водних екосистем, до складу яких входять як фізичні та хімічні показники, так і біологічні показники. З часу затвердження цього документу узагальнення інформації щодо гідробіологічних спостережень повинна проводитися згідно настанов, зазначених у методиці [75].

Питанням нормативного забезпечення державної системи моніторингу навколишнього середовища приділяється постійну увагу, зокрема затвердження КМУ нового «Положення про державну систему моніторингу довкілля» [76]. Згідно цього документу “системою моніторингу є відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем;

відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям”.

Особливої уваги потребує нормативно-методичне забезпечення з огляду на те, що питання нормативно-законодавчого забезпечення у державній системі моніторингу України є більш вирішеними та впровадженими у сучасній природоохоронній практиці. Проведення робіт щодо розроблення нових нормативно-методичних документів у сфері екологічного моніторингу обумовлено документом [76]. Де зазначено що «...суб'єкти системи моніторингу забезпечують вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень і лабораторних аналізів, приладів і систем контролю».

Проведений аналіз стану системи екологічного моніторингу України [77] дозволив означити напрями з його вдосконалення. В роботі наголошено, що при розробленні ефективних екологічних програм моніторингу першим істотним кроком є чітке визначення цілей моніторингу та інформаційних потреб, що можливо вирішити за допомогою стратегічних цілей комплексного управління природними ресурсами. При цьому необхідне чітке визначення інформаційних потреб, в тому числі для органів управління, що приймають стратегічні рішення щодо управління водними ресурсами. Корегування програм моніторингу необхідно проводити відповідно до цих вимог.

Однією з важливих галузей використання результатів екологічного моніторингу поверхневих вод країни є система екологічного нормування їх якості. Відповідно існуючого досвіду у цій сфері необхідно чітко формулювання конкретних вимог щодо виконання оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів та розроблення необхідного методичного забезпечення.

Проведений аналіз системи екологічного та, як складової, біологічного моніторингу поверхневих вод України показав наявність певних проблем у роботі гідробіологічної служби країни. В найбільш незадовільному стані знаходиться саме той компонент системи державного моніторингу довкілля, що

виражено у недостатній кількості пунктів спостережень та експедиційних досліджень поверхневих водних об'єктів в цілому. Також вимагає уваги використання матеріалів гідробіологічних спостережень, відсутність сучасних методів аналізу та узагальнення гідробіологічної інформації у водоохоронній практиці.

Все вище зазначене дозволяє зробити висновок щодо необхідності проведення комплексу робіт з удосконалення системи екологічного моніторингу в країні, в першу чергу з підвищення її ефективності за прикладом аналогічних систем в розвинутих країнах.

З іншого боку, необхідним є вдосконалення системи оцінки екологічного стану поверхневих вод з урахуванням екосистемного принципу та басейнового підходу до управління водними ресурсами.

У «Методиці встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарій України» [78] екологічна класифікація якості поверхневих вод, побудована саме за екосистемним принципом. Об'єктивність і повнота якісних ознак водних об'єктів досягається доволі великим переліком показників, що включають особливості як біотичної, так і абіотичної складових водних екосистем. Саме за допомогою екологічних класифікацій у цьому підході можливе впровадження басейнового підходу до управління водними ресурсами.

Застосований комплекс показників у цій екологічній класифікації включає загальні та специфічні характеристик. До загальних характеристик залучено показники сольового складу і еколого-санітарні (біотичні та мікробіологічні показники та показники трофо-сапробності вод). Вони відображають звичайні властивості інгредієнтів водних екосистем, концентрація яких може змінюватись відповідно інтенсивності антропогенного впливу. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин токсичної і радіаційної дії.

Екологічна класифікація якості поверхневих вод України включає три групи підпорядкованих класифікацій: 1 – за критеріями сольового складу; 2 – за

трофо-сапробіологічними критеріями; 3 – за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної і радіаційної дії, та за рівнем токсичності. При цьому значення загального екологічного індексу якості води визначають як середнє арифметичне підіндексів, що розраховуються відповідно для кожної з перелічених груп.

Всі екологічні класифікації для розрахунку індексів у цій методиці побудовано за однаковою схемою – якість води (ступінь чистоти/забрудненості чи стан) поділяється на 5 класів та 7 категорій (2 та 3 класи розділено на 2 категорії). Таке розділення обумовлене необхідністю більш точного визначення якості поверхневих вод на деяких суміжних ділянках.

Критеріями у цій оцінці є перелік параметрів з означеним діапазоном величин у цифровому виразі: гідрохімічних, гідрофізичних, гідробіологічних характеристик та окремих специфічних показників якості води. Комплексні чисельні характеристики побудовано на основі інтегрування окремих характеристик якості поверхневих вод та представляють собою їх узагальнені властивості. За допомогою узагальнюючих та елементарних характеристик встановлюють числові значення класів, категорій та загального індексу якості поверхневих вод, а також ступені трофності, зони сапробності тощо.

Встановлені у такий спосіб класи і категорії якості поверхневих вод відображують природний стан поверхневих вод, а також рівень антропогенного забруднення. Відповідні назви класів і категорій якості вод за їх станом та ступенем чистоти (забрудненості), наведено у Додатку Б (табл. Б.3) [78].

Кінцеві результати надають у вигляді екологічної оцінки (загального інтегрального індексу), на базі узагальнюючих висновків за трьома означеними блоками. Результати цієї екологічної оцінки якості поверхневих водних об'єктів можливо представити у вигляді графіків, таблиць і спеціальних карт. Таблиці можуть складатися як для окремих пунктів спостережень, так і для водного об'єкта в цілому. В таблицях послідовно розміщують значення показників та відповідні їм класи і категорії якості води.

Досить зручне та інформативне представлення результатів екологічної

оцінки якості води є картографічний метод. У відповідності з поставленими задачами розробляють аналітичні, синтетичні та комплексні карти, які можуть представляти результати екологічного стану поверхневих вод у вигляді:

- блокових ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) індексів за середніми та середніми з найгірших значеннями показників;
- значень індексів для окремих показників;
- узагальнені результати екологічної оцінки якості водних об'єктів ( $I_E$ ) за середніми та середніми з найгірших значеннями показників.

Для відображення результатів оцінки двох методик, з використанням індексно-бального методу екологічної оцінки якості поверхневих вод [75, 78] розроблена «Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води» [79].

Проект методики [78] не був затверджений та не використовується у системі державного екологічного моніторингу України. Однак, це була перша спроба забезпечення впровадження басейнового підходу до управління водними ресурсами. Також вперше запропоновано врахування регіональних особливостей формування річкового стоку водозбірних територій у системі екологічному нормуванні якості поверхневих вод України.

Було запропоновано врахування характеристик якості води середніх та малих річок різних фізико-географічних зон України за природними (середньорічними) значеннями загальної мінералізації та вмісту сульфатів і хлоридів при встановленні екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Але відповідні екологічні класифікації не були розроблені та це стосувалось лише окремих басейнів на території України, механізму врахування зональних зміни складових сольового складу для великих річок не пропонувалось.

Реалізація цих положень було виконано лише у 2001 році для басейну р. Тетерів в роботі [80]. Подальшого розроблення та апробації запропонованого методу встановлення екологічних нормативів при впровадженні басейнового підходу не проводилось.

У 2007 році затверджено ДСТУ-4808-2007 «Джерела централізованого питного водопостачання гігієнічні екологічні вимоги до якості води та правила вибору», що розроблено провідними водогосподарськими та науковими відомствами контролю та гігієни України [81].

В цьому стандарті запропонована окрема екологічна класифікація для оцінки якості поверхневих вод України, яка включає гігієнічні та екологічні показники. До неї входять 80 показників, які об'єднані у 7 окремих груп (блоків): I – 4 органолептичних показники; II – 17 загальносанітарних показників хімічного складу води; III – 6 гідробіологічних показників; IV – 6 мікробіологічних показників; V – 2 паразитологічних показники; VI – 9 показників радіаційної безпеки; VII – 36 пріоритетних токсикологічних показників хімічного складу води (з них: 25 – неорганічних та 11 – органічних компонентів).

Діапазон величин показників (критеріїв) якості води поділено на чотири класи: 1 клас – «відмінна, бажана якість води»; 2 клас – «добра, прийнятна якість води»; 3 клас – «задовільна, прийнятна якість води»; 4 клас – «посередня, обмежено придатна, небажана якість води».

До класифікації включено 6 гідробіологічних показників (4 з яких за фітопланктоном, також є показник хронічної токсичності води та мікроскопічні гриби). На сьогодні це найбільш адаптована екологічна класифікація, однак, вона використовується у системі моніторингу України контролюючими органами для перевірки стану якості поверхневих вод лише на питних водозаборах. А сама класифікація має 4 класи якості, що не відповідає кількості класів, запропонованих у ВРД 2000/60/ЄС. Це ускладнює порівняння результатів проведеної оцінки за цією методикою.

Проведений аналіз підходів дослідження поверхневих вод вітчизняних та закордонних вчених, а також існуючого досвіду екологічного нормування якості поверхневих вод свідчить про можливість отримання об'єктивних результатів оцінки екологічного стану водних об'єктів лише за умови сумісного застосування гідрохімічних та гідробіологічних даних та врахування

регіональних особливостей досліджуваних водних об'єктів. Особливістю гідрохімічних методів, є можливість оцінити здебільшого інтенсивність антропогенної дії на досліджувані водні об'єкти, а гідробіологічні методи дозволяють оцінити відповідну реакцію біоти на весь комплекс антропогенних впливів. Також за допомогою гідробіологічних методів можливим є проведення: оцінки якісного стану водних об'єктів як середовища існування гідробіонтів, оцінки екологічного стану поверхневих вод, аналізу причин вторинного забруднення вод та оцінки загального ефекту комбінованої дії забруднюючих речовин у водному об'єкті.

Існуючий досвід використання методики екологічної оцінки якості поверхневих вод в системі моніторингу України [82-92] свідчить про наявність певних проблем:

- не враховуються регіональні гідрохімічні особливості формування якості поверхневих вод України;
- біологічні показники загалом використовуються лише в якості експертного опису та не враховуються при виконанні екологічних оцінок;
- у системі державного екологічного моніторингу спостереження проводяться лише за показниками зообентосу, фіто- та зоопланктону, в недостатньому ступені враховано розгалуженість мережі пунктів спостережень;
- не враховуються ландшафтно-географічні особливості водозбірної території басейнів річок та, що реалізовані, на сьогодні, у ряді країн за рахунок використання угруповань макрофітів водних об'єктів.

## **Висновки до розділу 1**

1. Результати аналізу досліджень вітчизняних та закордонних вчених свідчать, що екологічне нормування якості поверхневих вод в Україні потребує більш широкого використання ландшафтно-екологічних та біологічних методів.

2. Об'єктивна оцінка екологічного стану поверхневих вод можлива лише при сумісному використанні гідрохімічних та гідробіологічних даних.

Гідрохімічні методи відображають здебільшого сучасний антропогенний вплив на водні об'єкти, гідробіологічні методи дають можливість оцінити відповідну реакцію біоти на весь комплекс антропогенних впливів протягом певного часу.

3. Сучасний досвід використання методів екологічного нормування поверхневих вод в Україні виявив наступне:

- при виконанні екологічних оцінок не враховуються регіональні ландшафтно-географічні особливості формування річкового стоку у басейнах;
- недостатньо враховуються гідробіологічні показники;
- не враховуються ландшафтно-екологічні особливості територій, що використовуються у ряді країн, зокрема, з використанням угруповань макрофітів.

4. З огляду на необхідність адаптації існуючих в Україні методів оцінки якості поверхневих вод до вимог Директиви 2000/60/ЕС, важливо приділити увагу як організації екологічного моніторингу (зокрема, на законодавчому рівні), так і розробці та удосконаленню інтегральних екологічних оцінок, які враховували б біологічні показники стану водних об'єктів, а також ландшафтно-географічні особливості басейнових геосистем.

5. Більш широке використання регіонального підходу, ландшафтно-екологічних та біологічних методів дозволяє більш точно оцінити: екологічний стан водних об'єктів, якість поверхневих вод як середовища існування гідробіонтів, сукупний ефект комбінованого впливу забруднюючих речовин, а також встановити причини виникнення забруднення вод тощо.

Основні результати проведених досліджень за даним розділом наведено у публікаціях: [83-87], [95-99].



## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Для пошуку шляхів вдосконалення системи екологічного нормування в Україні та, зокрема, на р. Сіверський Донець, проведено дисертаційне дослідження, що враховує існуючий досвід екологічного нормування, розглянутий у розділі 1. Методологічною основою роботи є конструктивно-географічний підхід, який враховує особливості екологічного стану водних об'єктів під впливом природних та антропогенних факторів.

Головним компонентом дослідження є формування стану водних екосистем у басейні річки Сіверський Донець в межах Харківської області.

Дисертаційне дослідження проводилось у 4 етапи: підготовчий, польовий, аналітичний та камеральний. Протягом підготовчого етапу проводилося обґрунтування вибору місць відбору проб з урахуванням ландшафтно-географічного, фізико-географічного та гідрохімічного районування.

Теоретико-методичним засадам вивчення особливостей басейнових геосистем, на яких ґрунтується дослідження, присвячено ряд робіт Шищенко П. Г. [79], Гродзинського М.Д. [100, 101], Романенко В.Д. [102], Руденко Л.Г. [79,103], Кострікова С.М [104-107], Черваньова І. Г. [106], Пересадько В.А. [108], Ободовського О.Г. [109, 110], Барановського В.А. [111], Ільїна Л. В. [112], Гуцуляка В.М. [113, 114], Голікова А. П. [115].

Дослідженням практичного застосування та визначенням існуючих проблем у системі екологічного нормування України, зокрема необхідності врахування змін просторово-часової динаміки басейнових геосистем, а також рекомендаціям щодо вирішення цих проблем присвячено ряд робіт вітчизняних науковців: Гриценка А.В., Васенка О.Г., Верниченко Г.А. [75, 78, 90, 116], Боярин М. В. [117, 118], Хільчевського В.К. [119, 120], Руденка Л. Г. [121], Яцика А.В. [121, 122], Романенка В. Д. [78, 123], Афанасьєва С. О. [123], Жукинського В.Н. [75, 127], Адаменко Я. О. [124], Крайнюкової А.М. [125], Крайнюкова О.М. [126], Сніжка С. І. [128]. Досвід цих робіт було враховано у

дисертаційному дослідженні.

На другому та третьому етапах дослідження було проведено ряд натурних досліджень екологічного стану річок басейну Сіверського Дінця, за участю автора, у 2010–2016 роках. Основні результати цих робіт відображено у роботах [81, 85, 129-132].

Протягом четвертого етапу було проаналізовано архівні матеріали та матеріали власних досліджень щодо динаміки зміни екологічного стану річок басейну Сіверського Дінця у межах Харківської області за період понад 30-ти років (1977-2016 рр.).

Базу ретроспективних даних, на основі якої було виконано розрахунки дослідження сформовано на фондових матеріалах УКРНДІЕП, Галузевого державного архіву гідрометслужби України та Харківського регіонального управління водними ресурсами, доповнено результатами власних досліджень.

Розрахунки, узагальнення та графічну візуалізацію виконано за допомогою прикладної програми статистичної обробки даних Microsoft Excel. Для побудови прогнозних моделей використана програма статистичного аналізу STATISTICA 10. Методи комп'ютерного ландшафтно-екологічного картографування з використанням векторного графічного редактору Arcview 3.2 були використані для візуалізації отриманих узагальнених результатів.

Методи біоіндикації також були застосовані в роботі, оскільки екологічні нормативи мають бути зорієнтовані не лише на рівень забруднення середовища під впливом антропогенного навантаження, а також на реакцію біологічних систем. Основи екологічної оцінки якості поверхневих вод означені викладені в роботах Horton, R.K., (1965) [10], Dinius, S.H. (1972) [12], Ott, W.R. (1972) [13]. Основи методів біоіндикації, що були застосовані, наведено у роботах Woodiwiss F. S. (1964, 1977) [37, 131], De Pauw N., (1975) [36, 134], Pantle R., Buck H. (1955) [135].

За допомогою зазначених досліджень було враховано вплив природної та антропогенної складової довкілля при вирішенні задач вдосконалення методів екологічної оцінки та встановлення екологічних нормативів.

## **2.1 Методика оцінки екологічного стану поверхневих вод за відповідними категоріями та її вдосконалення**

З моменту розроблення «Методики» [75] накопичено значний досвід її практичного застосування, досліджені нові показники, підвищились інформаційні можливості державної системи еколого-аналітичного контролю в Україні та відбулась низка принципових змін у водоохоронній практиці більшості країн ЄС [89, 136, 137]. З метою адаптації до цих змін було надано пропозиції щодо подальшого вдосконалення методики екологічної оцінки. Зокрема, у 2012 році в УКРДНІЕП розроблено проект «Методики оцінки екологічного стану поверхневих вод за відповідними категоріями» [138].

Ця методика була удосконалена наступним чином [136, 137]:

- запропонована нова структура побудови екологічної оцінки, що підвищує роль біологічних показників;
- розширений перелік біологічних показників (гідробіологічні показники водного середовища та донних відкладів);
- враховані окремі регіональні гідрохімічні особливості, шляхом вдосконалення класифікацій найбільш показових географічно детермінованих гідрохімічних показників (з точки зору екологічної оцінки й забезпеченими необхідним обсягом ретроспективної інформації), а саме: загальна мінералізація, вміст хлоридів, сульфатів і заліза загального.

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає біологічні, фізико-хімічні та хімічні показники.

До групи біологічних показників входять: гідробіологічні, біохімічні, бактеріологічні та токсикологічні характеристики.

Група фізико-хімічних та хімічних показників включає загальні показники хімічного складу та властивостей поверхневих вод, які характеризують звичайні, властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом антропогенних чинників, а також показники забруднюючих речовин токсичної та радіаційної дії, що найбільш поширені у поверхневих водах України і

впливають на функціонування біоценозів.

Крім того, екологічний стан поверхневих вод оцінюється за допомогою показників порушення гідроморфологічних параметрів водних об'єктів.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України включає дві супідрядні класифікації: класифікацію за біологічними показниками та за фізико-хімічними і хімічними показниками (рис. 2.1).

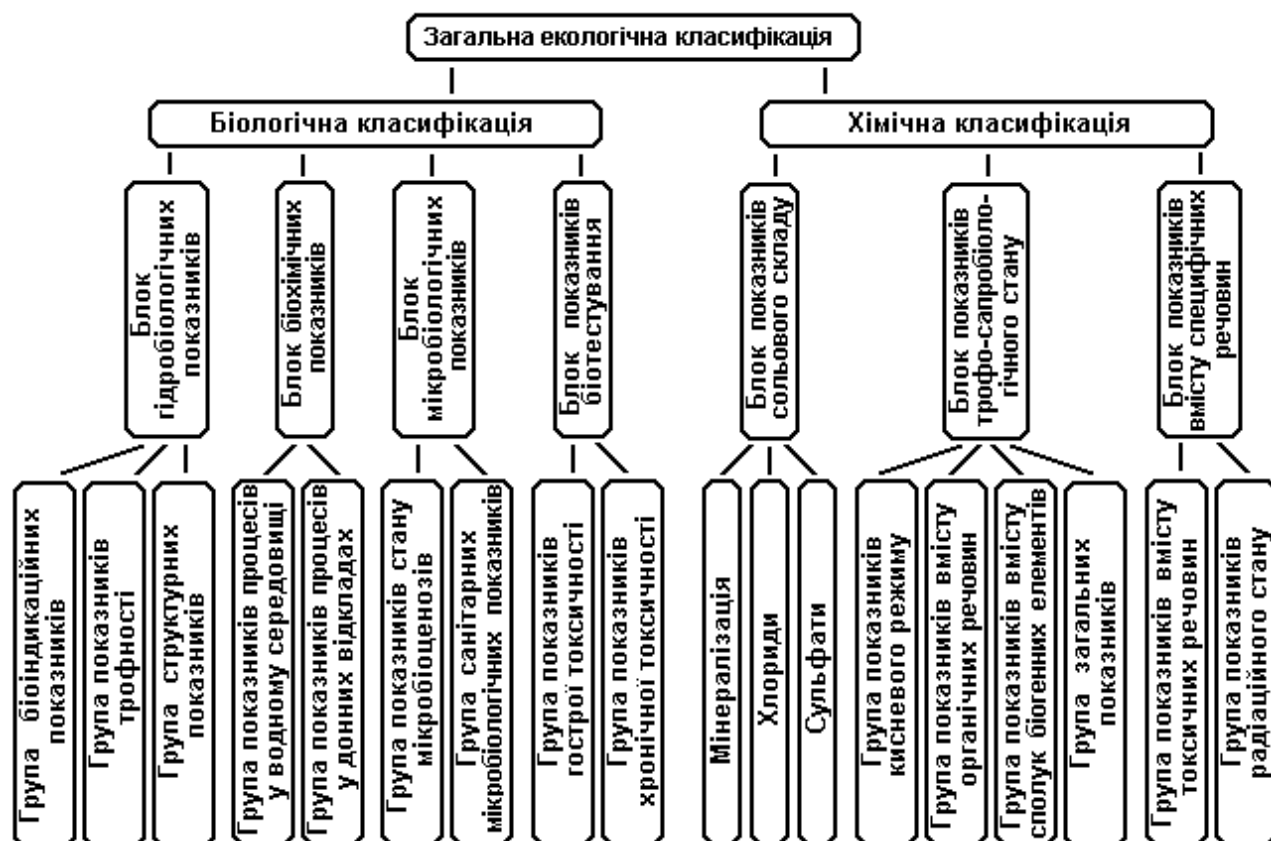


Рис. 2.1 Структура екологічної класифікації поверхневих вод [138]

**Перша класифікація** включає:

- блок оцінки якості вод за структурними характеристиками біотичних угруповань та біоіндикаційними індексами;
- блок оцінки якості вод за біохімічними критеріями;
- блок оцінки якості вод за бактеріологічними критеріями;
- блок оцінки якості вод за даними біотестування води та донних відкладів.

**Друга класифікація** має три складові:

- блок оцінки якості вод за критеріями сольового складу;
- блок оцінки якості вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями;
- блок оцінки якості вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії [138].

Екологічна оцінка якості вод виконана за даними систематичних спостережень та експедиційних досліджень на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Набір запропонованих гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших показників відображає особливості складових водних екосистем. Вихідні дані відповідно до вдосконаленої „Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” (2012 р.) було згруповано в два блоки: для розрахунку біологічного індексу ( $I_B$ ) та хімічного індексу ( $I_X$ ). Після проведення розрахунків складових індексу було визначено загальний екологічний індекс ( $I_E$ ).

Екологічний індекс якості вод ( $I_E$ ) розраховується за формулою 2.1 [138].

$$I_E = (I_X + I_B) / 2, \quad (2.1)$$

де

$I_X$  – індекс хімічний;

$I_B$  – індекс біологічний.

Екологічний індекс якості вод, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо, але аналогічно:  $I_{E \text{ серед.}}$  та  $I_{E \text{ найгір.}}$ .

Індекси за середніми показниками розраховуються як середньоарифметичне, за середніми з найгірши – визначається найбільше значення інтегральних значень для кожного із підіндексів, а вже потім усереднюється загальний екологічний індекс.

Біологічний індекс якості вод ( $I_B$ ) визначається на основі узагальнення значень таких блокових індексів за формулою 2.2 [138].

$$I_B = (I_G + I_M + I_{BX} + I_{BT}) / N, \quad (2.2)$$

де

$I_G$  – індекс гідробіологічних показників;

$I_M$  – індекс мікробіологічних показників;

$I_{BX}$  – індекс показників біохімічних процесів;

$I_{BT}$  – індекс біотестових показників;

$N$  – загальна кількість блоків біологічних показників, які розглядаються.

Середні значення групових індексів розраховуються як середньоарифметичне значення суми категорій показників, що входять до відповідної групи. Наприклад, індекс гідробіологічних показників ( $I_G$ ) може визначатися за формулою 2.3 [138].

$$I_G = (K_Y + K_\Phi + K_{BI}) / 3, \quad (2.3)$$

де

$K_Y$  – категорія за структурними показниками біотичних угруповань;

$K_\Phi$  – категорія за показниками фітопланктону;

$K_{BI}$  – категорія за біоіндикаційними оцінками.

Значення хімічного індексу якості вод ( $I_X$ ) розраховується за формулою 2.4 [138].

$$I_X = (I_C + I_{TC} + I_T) / 3, \quad (2.4)$$

де

$I_C$  – індекс показників сольового складу;

$I_{TC}$  – індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників;

$I_T$  – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників розраховується на основі узагальнення значень категорій наступних групових показників за формулою 2.5 [138].

$$I_{T-C} = (I_{KP} + I_{OP} + I_{ЗП} + I_{БР})/4, \quad (2.5)$$

де

$I_{KP}$  – індекс показників кисневого режиму;

$I_{OP}$  – індекс показників вмісту органічних речовин;

$I_{ЗП}$  – індекс загальних показників (рН, завислі речовини та ін.);

$I_{БР}$  – індекс показників вмісту сполук біогенних елементів.

Індекс показників вмісту сполук біогенних елементів ( $I_{БР\text{серед.}}$ ) визначається за формулою 2.6 [138].

$$I_{БР\text{серед.}} = (K_{NH4} + K_{NO2} + K_{NO3} + K_N + 2K_{PO4} + 2K_P)/8, \quad (2.6)$$

де

$K_{NH4}$ ,  $K_{NO2}$ ,  $K_{NO3}$ ,  $K_N$ ,  $K_{PO4}$ ,  $K_P$  – категорії за показниками вмісту, відповідно, амонійного, нітритного, нітратного і загального азоту, фосфору фосфатів і загального фосфору.

Якщо кількість показників, за якими є інформація, менша, у знаменнику ставиться відповідна цифра з урахуванням пропорційного множення категорій по фосфору.

Індекс показників сольового складу ( $I_C$ ) визначається за формулою 2.7 [138].

$$I_C = (K_M + K_{SO4} + K_{Cl})/3, \quad (2.7)$$

де

$K_M$ ,  $K_{SO4}$ ,  $K_{Cl}$  – категорії за показниками вмісту, відповідно, мінералізації, сульфатів та хлоридів.

Всі інші індекси розраховуються як середні арифметичні категорій якості показників, які вимірювалися.

Хімічний індекс якості вод  $I_X$  за найгіршим значенням з трьох блокових індексів  $I_C, I_{T-C}, I_T$  визначається за формулою 2.8 [138]. Аналогічно розраховуються всі перераховані вище індекси за найгіршим значеннями.

Для забезпечення достовірності результатів оцінки якості вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями загальна кількість показників, за якими виконується оцінка, не повинна бути меншою, ніж 10.

$$I_X = \max (I_C, I_{T-C}, I_T). \quad (2.8)$$

де

$I_C$  – індекс показників сольового складу;

$I_{T-C}$  – індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників;

$I_T$  – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Індекс показників сольового складу ( $I_C$ ) найбільш залежить від природних умов формування якості поверхневих вод. Залежність просторового розподілу показників даного індексу запропоновано враховувати за допомогою картосхем гідрохімічного районування та відповідних розрахункових таблиць [136, 137].

Розроблене районування Харківської області в системі районування території України за мінералізацією, вмістом сульфатів та хлоридів у воді, що було використано при проведенні екологічної оцінки якості поверхневих вод геосистеми басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області, наведено на картосхемі (рис. 2.2). Дана картосхема була виконана на основі розроблених картосхем районування території України за мінералізацією, вмістом сульфатів та хлоридів (Додаток Б, рис. Б.1-Б.3).



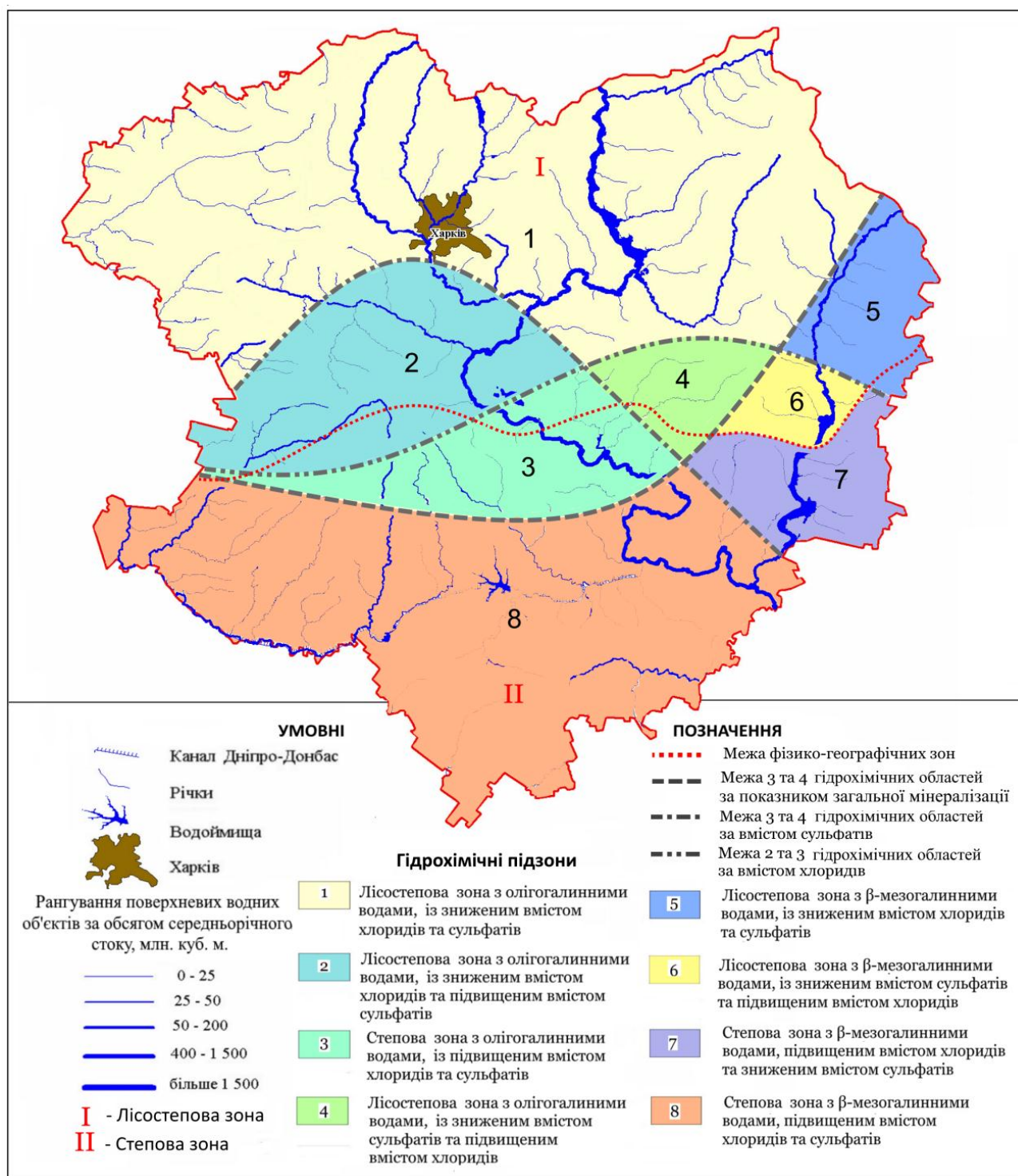


Рис. 2.2 Районування території Харківської області за сольовим складом (мінералізація, вміст сульфатів та хлоридів) поверхневих вод

Територія Харківської області підрозділена за показниками сольового складу поверхневих вод на 8 підзон. Так, Лісостепова зона, в межах Харківської області, представлена чотирма підзонами: №1 – з олігогалинними водами, із зниженим вмістом хлоридів та сульфатів; №2 – з олігогалинними водами, із

зниженим вмістом хлоридів та підвищеним вмістом сульфатів; №4 – з олігогалинними водами, із зниженим вмістом сульфатів та підвищеним вмістом хлоридів; №5 – з  $\beta$ -мезогалинними водами, із зниженим вмістом хлоридів та сульфатів; №6 – з  $\beta$ -мезогалинними водами, із зниженим вмістом сульфатів та підвищеним вмістом хлоридів.

Степова зона, в межах Харківської області, представлена трьома підзонами: №3 – з олігогалинними водами, із підвищеним вмістом хлоридів та сульфатів; №7 – з  $\beta$ -мезогалинними водами, підвищеним вмістом хлоридів та зниженим вмістом сульфатів; №8 – з  $\beta$ -мезогалинними водами, підвищеним вмістом хлоридів та сульфатів.

Розрахунок підіндексу сольового ( $I_c$ ) проводився згідно розробленої класифікаційної схеми у відповідних гідрохімічних підзонах проводилось згідно таблиці 2.1. Схема розроблена за допомогою відповідних таблиць (Додаток Б, табл. Б.3–Б.5).

Басейн р. Сіверський Донець в межах Харківської області знаходиться у всіх восьми гідрохімічних підобластях. Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод характеризують природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші та естуаріїв України.

Виконання екологічної оцінки може здійснюватися за скороченим та розширеним переліком показників (Додаток Б, табл. Б.3–Б.9). Скорочений перелік передбачає використання лише обов'язкового мінімуму інформації за показниками, що постійно визначаються на державній мережі моніторингу поверхневих вод України. Використання розширеного переліку показників доцільне за необхідності більш детальної оцінки якості вод, наприклад, при встановленні еталонних пунктів спостережень, проведенні фонових моніторингу, аналізу наслідків надзвичайних ситуацій тощо [139].

Таблиця 2.1

**Розрахункова класифікаційна схема у відповідних гідрохімічних підзонах Харківської області за  
мінералізацією, вмістом сульфатів та хлоридів у воді**

Гідрохімічна підобласть	Показник, мг/дм <sup>3</sup>	Класи та категорії якості вод						
		I	II		III		IV	V
		1	2	3	4	5	6	7
1 – Лісостепова зона з олігогалинними водами, із зниженим вмістом хлоридів та сульфатів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<500	500-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<50	50-100	101-250	251-500	501-600	601-700	>700
2 – Лісостепова зона з олігогалинними водами, із зниженим вмістом хлоридів та підвищеним вмістом сульфатів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<500	500-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<60	60-100	101-200	201-300	301-500	501-1000	>1000
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<50	50-100	101-250	251-500	501-600	601-700	>700
3 – Степова зона з олігогалинними водами, із підвищеним вмістом хлоридів та сульфатів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<500	500-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<60	60-100	101-200	201-300	301-500	501-1000	>1000
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000
4 – Лісостепова зона з олігогалинними водами, із зниженим вмістом сульфатів та підвищеним вмістом хлоридів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<500	500-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000

Продовження таблиці 2.1

Гідрохімічна підобласть	Показник, мг/дм <sup>3</sup>	Класи та категорії якості вод						
		I	II		III		IV	V
		1	2	3	4	5	6	7
5 – Лісостепова зона з β-мезогалинними водами, із зниженим вмістом хлоридів та сульфатів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<1000	1000-1500	1501-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	>5000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<50	50-100	101-250	251-500	501-600	601-700	>700
6 – Лісостепова зона з β-мезогалинними водами, із зниженим вмістом сульфатів та підвищеним вмістом хлоридів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<1000	1000-1500	1501-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	>5000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000
7 – Степова зона з β-мезогалинними водами, підвищеним вмістом хлоридів та зниженим вмістом сульфатів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<1000	1000-1500	1501-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	>5000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000
8 – Степова зона з β-мезогалинними водами, підвищеним вмістом хлоридів та сульфатів	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<1000	1000-1500	1501-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	>5000
	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<60	60-100	101-200	201-300	301-500	501-1000	>1000
	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000

### **2.1.1 Застосування методу оцінки екологічного стану річок за допомогою угруповань водних макрофітів**

Використання макрофітних показників, зокрема обраного методу MMOR дає можливість врахувати ландшафтні особливості у екологічній оцінці якості поверхневих вод. Цей метод враховує просторові зміни ландшафтно-географічних характеристик геосистем річкових басейнів, зокрема зміну підстилаючих порід, які формують тип дна водотоку. Типізації річок за фітоценотичним складом макрофітів враховує просторову неоднорідність ландшафтно-географічних особливостей геосистем річкових басейнів при проведенні екологічних оцінок якості поверхневих вод. Тобто за допомогою макрофітних індексів стає можливим врахування просторових змін ландшафтних особливостей геосистем басейнів річок при проведенні екологічних оцінок.

На підставі досліджень екологічного стану польських річок, із застосуванням британської системи «Mean Trophic Rank» (MTR) [139] і французької системи «Indice Biologique Macrophytique en Rivière» (IBMR) [140], в Польщі був розроблений метод оцінки екологічного стану річок за допомогою угруповань водних макрофітів «Macrofitowa Metoda Oceny Rzek» (MMOR) [70]. З 2007 року цей метод застосовується в системі національного моніторингу довкілля Польщі. Метод дозволяє оцінити ступінь деградації річок, перш за все пов'язаної із забрудненням води біогенними елементами.

Вибір даного методу для апробації в умовах України пояснюється значним збігом флористичних списків досліджуваних ділянок річок з набором видів макрофітів для розрахунку індексу MIR. Недоліком методу є неможливість проведення оцінки екологічного стану річок, в яких відсутня водна рослинність (насамперед, занурені макрофіти).

Згідно метода MMOR, на 100-метровому відрізку річки проводиться геоботанічний опис макрофітів. На наступному етапі проводиться визначення гідробіологічного індексу макрофітів – MIR (Macrophyte Index of River). При

розрахунку враховується індикаторна значимість виду, який було відмічено на ділянці річки, яка обстежується.

Цей числовий індекс обчислюється за формулою 2.10 [70].

$$MIR = \frac{\sum(L_i \cdot W_i \cdot P_i)}{\sum(L_i \cdot P_i)} \times 10, \quad (2.10)$$

де

$L_i$  – кількісне значення показника, що вказує на середній рівень трофності, характерний для  $i$ -го виду в діапазоні від 1 (евтрофний) до 10 (оліготрофний);

$W_i$  – ваговий коефіцієнт екологічної толерантності  $i$ -го виду, в діапазоні від 1 (низька значимість індикатора) до 3 (висока значимість індикатора);

$P_i$  – коефіцієнт покриття  $i$ -го виду відповідно до 9-бальною шкалою.

Значення MIR може коливатися від 10 (більш забруднені) до 100 (менш забруднені). У випадках з рівнинними річками індекс не перевищує значення 60 (табл. 2.2). Польський метод MMOR використовує 151 індикаторний вид макрофітів.

Для обчислення MIR розроблена класифікаційна таблиця (табл. 2.3) для чотирьох типів річок, які зустрічаються на Україні, а також у басейні р. Сіверський Донець в межах Харківській області. Розроблена схема може бути використана в Методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод... [75].

Аналіз результатів проведених досліджень макрофітів на досліджених ділянках водотоків басейну р. Сіверський Донець та зіставлення флористичних списків зі списками індикаторних видів макрофітів України [141-143] дозволив сформувати список із 127 індикаторних видів для розрахунку цього індексу на всій території України (Додаток Б, табл. Б. 10). Деякі потенційно цінні види макрофітів, які зустрічаються в Україні (в тому числі у басейні р. Сіверський Донець) можливо не включені в списки для розрахунку MIR.

Таблиця 2.2

**Значення індексу MIR для чотирьох типів рівнинних річок у  
польському методі MMOR [70]**

Типізація річок за фітоценотичним складом макрофітів		Висотний тип	Екологічний стан (клас)				
			Відмінний (I)	Добрий (II)	Задовільний (III)	Поганий (IV)	Дуже поганий (V)
M-VI	Піщані річки	Водотоки рівнин (<200м над рівнем моря)	$\geq 46,8$	(46,8- 36,6>	(36,6-26,4>	(26,4- 16,1>	< 16,1
M-VII	Кам'янисто- гравієві річки		$\geq 47,1$	(47,1- 36,8>	(36,8-26,5>	(26,5- 16,2>	< 16,2
M-VIII	Органічні річки		$\geq 44,5$	(44,5- 35,0>	(35,0-25,4>	(25,4- 15,8>	< 15,8
M-IX	Великі річки низовин		$\geq 44,7$	(44,7- 36,5>	(36,5-28,2>	(28,2- 20,0>	< 20,0

З огляду на маловитратність та систематичне використання екологічних оцінок з залученням макрофітів у системі державного моніторингу ряду іноземних країн, використання цього методу доцільно як у «Методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод...» так і в якості окремих досліджень з метою виявлення порушень екосистем водних об'єктів.

Використання цього методу також доцільне і в «Методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Метод дозволяє залучити для оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів угруповання макрофітів, що в свою чергу робить екологічну оцінку якості поверхневих вод більш ґрунтовною.

Таблиця 2.3

**Класифікація рівнинних річок України для розрахунку MIR**

Типізація річок за фітоценотичним складом макрофітів	Екологічний стан (клас/категорія)						
	Відмінний (I)	Добрий (II)		Задовільний (III)		Поганий (IV)	Дуже поганий (V)
	Відмінний 1	Дуже добрий 2	Добрий 3	Задовіль- ний 4	Посеред- ній 5	Поганий 6	Дуже поганий 7
Річки з піщаним дном	$\geq 46,8$	46,7- 41,6	41,5- 36,7	36,6-31,5	31,4-26,3	26,4- 16,1	$< 16,1$
Річки з кам'янисто- гравієвим дном	$\geq 47,1$	47,0- 42,0	42,1- 36,9	36,8-31,6	31,5-26,4	26,5- 16,2	$< 16,2$
Річки з високим природнім вмістом органічного субстрату	$\geq 44,5$	44,4- 39,8	39,7- 35,2	35,1-30,2	30,1-25,3	25,4- 15,8	$< 15,8$
Великі річки низовин	$\geq 44,7$	44,6- 40,6	40,7- 36,6	36,5-32,2	32,1-28,1	28,2- 20,0	$< 20,0$

## **2.2 Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України та її вдосконалення**

Екосистеми на території України, за характеристиками абіотичних параметрів і біотичних компонентів, досить різноманітні [98]. Це обумовлено різноманітністю ландшафтів, кліматичних характеристик, а також геолого-структурних і гідрогеологічних умов на водозбірних площах басейнів річок та озер. Природні процеси формування якості води на окремих водотоках і



водоймах, а також на різних їх ділянках мають свої особливості [110]. Внаслідок цього природні значення одних і тих же показників якості води в різних водних об'єктах, як правило, відрізняються між собою.

Екологічні нормативи повинні відповідати складу і властивостям води в водних об'єктах, враховувати значення гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних, токсикологічних і інших показників, що відображають особливості як абіотичної, так і біотичної складових водних екосистем [78].

Критеріальною основою визначення екологічних нормативів якості води обрана екологічна класифікація якості поверхневих вод, що представлена у вдосконаленій Методиці (Додаток Б, табл. Б. 3 – Б. 9) [138].

Однак, існують ділянки річок, з порушеними екосистемами, які потребують обґрунтованих рішень для їх відновлення та розробки першочергових природоохоронних заходів, для цього необхідно визначення критеріїв вибору цих ділянок.

### **2.2.1 Критерії відбору пунктів встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод**

Для відбору пунктів встановлення екологічних нормативів з існуючих пунктів спостережень розроблені та використані наступні п'ять критеріїв:

1. Екологічний стан.
2. Ландшафтна зональність.
3. Ландшафтна репрезентативність.
4. Гідрологічна репрезентативність.
5. Інформаційна забезпеченість.

*1. Екологічний стан.* Вибір пунктів спостережень має враховувати наявний екологічний стан обраного водного об'єкта або ділянки. Оцінка екологічного стану досліджених ділянок проводилась за оновленою методикою, наведеною у підрозділі 2.1. Критеріальною основою визначення екологічного

стану є екологічні класифікації наведені в Додатку Б (табл. Б.3 – Б.8) [138].

Особливої уваги з точки зору встановлення екологічного нормативу потребують ділянки з погіршенням екологічного стану, тобто з порушенням екологічним благополуччям екосистеми.

Критерієм відбору порушення екологічного благополуччя екосистеми є перевищення 4 категорії 3 класу «добрий» екологічний стан за оціночною класифікацією (Додаток Б, табл. Б.9) за середніми значеннями показників екологічного індексу ( $I_E$ ). Тобто, пункти, що віднесені до 4 категорії та вище відповідають цій умові.

*2. Ландшафтна зональність.* Пункти, обрані для встановлення екологічного нормативу мають знаходитись в різних фізико-географічних зонах, що відображають природну складову формування характерних природних угруповань та умов формування стану екосистеми ділянки річки. Даний критерій також сприяє врахуванню умов формування місцевого стоку на відповідній водозбірній ділянці річки.

Зокрема, у Харківській області за течією змінюються гідрохімічні зони мінералізації, вмісту сульфатів та хлоридів (рис. 2.3–2.6). Що обумовлено природними умовами формування ландшафтів певної фізико-географічної зони.

*3. Ландшафтна репрезентативність.* Водозбірна площа пунктів спостережень має знаходитись у місцях, де представлені характерні природно-територіальні комплекси (ПТК) для даного типу ландшафтів, які відображають характерні ґрунти, геологічну будову та рослинність даної місцевості.

*4. Гідрологічна репрезентативність.*

Головними критеріями є відсутність безпосереднього впливу на гідрологічний режим на ділянці річки, зокрема:

- бокової приточності (зона відсутності впливу бокової приточності, при цьому витрата притоки не повинна перевищувати 50 % від витрати води на ділянці що розглядається).

- зарегульованих ділянок (наявність на водотоці вище пункту гідротехнічних споруд, з проведенням санітарних попусків, оскільки у літньо-

осінній період гідробіологічні показники, зокрема за показниками фітопланктону [92] занижують показники екологічного стану екосистеми ( $I_E$ )).

Тобто критерії 1–4 є умовами встановлення *гомеостатичного стану* екосистеми в даному пункті. Саме пункти, які відповідають всім означеним умовам, є репрезентативними для оцінки екологічного стану ділянки річки у даних фізико-географічних умовах та відображають характерні значення як гідрохімічних, так і гідробіологічних показників, що можуть бути використаними для розроблення та встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод.

*5. Інформаційна забезпеченість.* Наявність інформації щодо результатів тривалого періоду регулярних спостережень гідрохімічних та гідробіологічних показників підвищує загальну інформаційну цінність обраного пункту спостережень. Обирати доцільно з урахуванням систематичних моніторингових та додаткових наукових експедиційних досліджень [144].

## **2.2.2 Встановлення значень екологічних нормативів для конкретного водного об'єкта**

При розробці екологічних нормативів було застосовано ландшафтно-екологічний підхід, який враховує географічне розташування, динаміку формування і функціонування природних систем, їх типологічне різноманіття та одночасно індивідуальну унікальність, стійкість до кліматичних змін, природних та антропогенних впливів.

Ландшафтно-екологічний підхід, використаний в роботі, враховує в першу чергу екологічне благополуччя басейнових геосистем (зокрема водних екосистем та їх типологічне різноманіття).

фізико-географічний підхід враховує географічне розташування, динаміку формування і функціонування природних систем.

В роботі розглянуті екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області.

Екологічні нормативи ( $ЕН_d$  і  $ЕН_{ц}$ ) пропонується встановлювати окремо для конкретних водних об'єктів, на підставі обробки багаторічних даних спостережень за гідрологічним, гідрохімічними і гідробіологічними даними з визначенням екологічного індексу згідно з удосконаленою Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, з урахуванням прогнозних моделей.

Кількісні значення кожного  $ЕН_d$  відповідають найбільш стабільному значенню показника якості води, що переважає в діапазоні мінливості його величин, найбільш повно і точно відповідає його природній характеристиці за умови збереження стабільного екологічного благополуччя екосистеми, і при цьому враховує сучасний стан водного об'єкта.

Значення  $ЕН_{ц}$  відповідає найкращим значенням показника в діапазоні мінливості його величин і найбільш бажаним при водогосподарській діяльності. Він може бути досяжний за умови здійснення певних водоохоронних заходів.

Екологічні нормативи встановлюють на підставі аналізу результатів обробки матеріалів ретроспективних гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, еколого-токсикологічних та радіоекологічних експедиційних досліджень і режимних спостережень. У цьому полягає принципова відмінність екологічних нормативів якості поверхневих вод від нормативів безпеки водокористування, де встановлюються ГДК окремих шкідливих речовин [116].

Алгоритм встановлення значень екологічних нормативів (рис. 2.3) для конкретного водного об'єкта складається з виконання наступних послідовних етапів:

- 1) збір, обробка, аналіз вихідних даних і усереднення величин кожного показника екологічного стану водного об'єкта за обраний період часу;
- 2) оцінка екологічного індексу ( $I_E$ ) за відповідними категоріями за окремими показниками;
- 3) розрахунок коефіцієнта водності на основі багаторічних даних спостережень гідрологічних показників;
- 4) вибір гідрологічних періодів, з усього ряду спостережень, для

встановлення екологічних нормативів з мінімальними значеннями екологічного індексу ( $I_E$ ) за умови не перевищення коефіцієнта водності ( $K_v \leq 1$ );

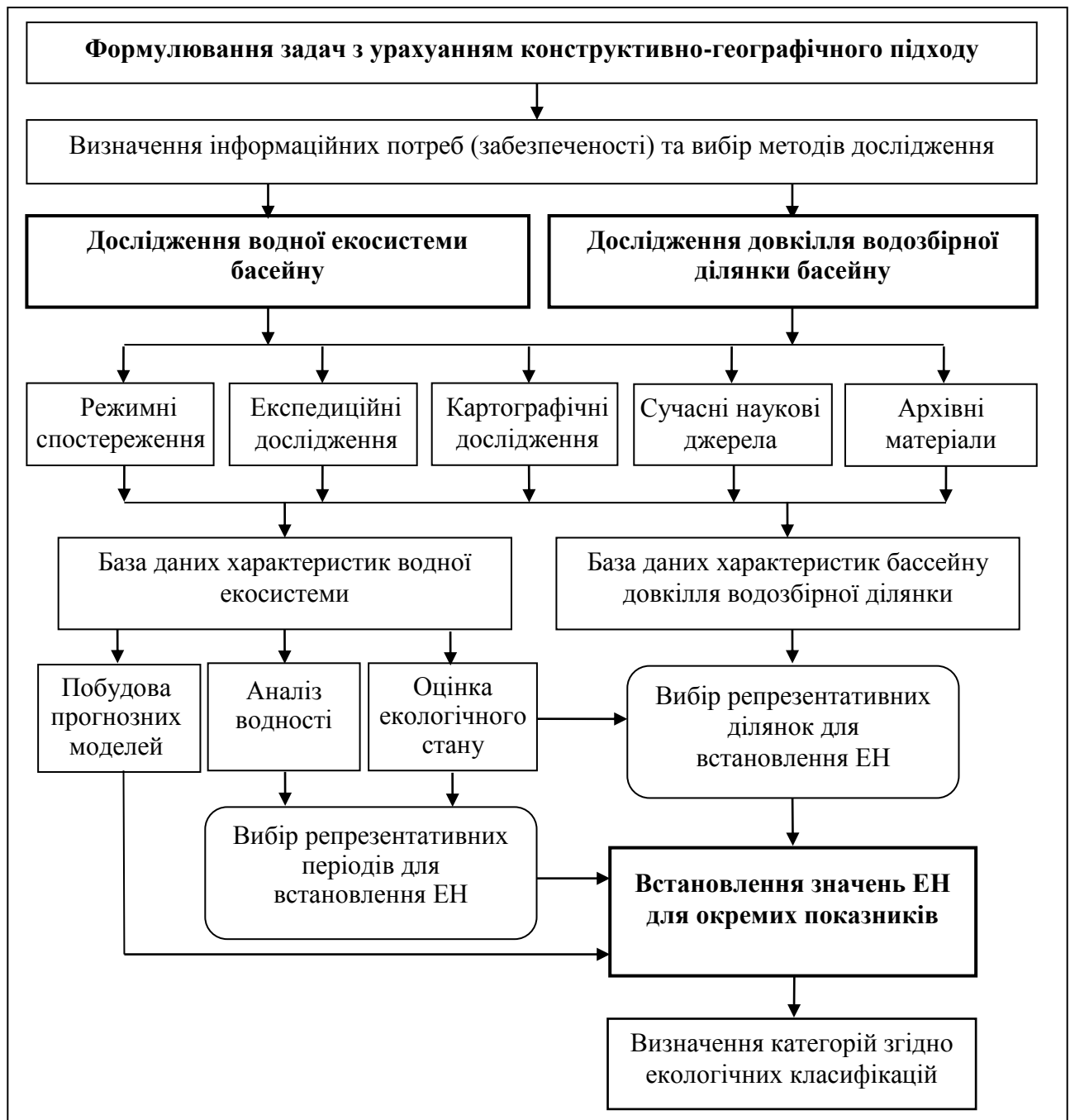


Рис. 2.3 Алгоритм встановлення екологічних нормативів

5) побудова прогнозної моделі екологічного стану поверхневих вод з урахуванням змін гідрологічних показників, клімату і рівня антропогенного впливу;

6) встановлення значень допустимих екологічних нормативів ( $ЕН_d$ ) для

окремих показників якості води на основі визначення середнього значення даних показників з ряду спостережень в обрані гідрологічні періоди і їх прогнозних величин;

7) встановлення значень цільових екологічних нормативів ( $ЕН_{Ц}$ ) для окремих показників якості води на основі визначення мінімальних значень даних показників з ряду спостережень в обрані гідрологічні періоди, з урахуванням їх прогнозних величин;

8) встановлення відповідної категорії якості поверхневих вод відповідно значенням  $ЕН_{Д}$  і  $ЕН_{Ц}$  для визначення основних показників погіршення екологічного стану водного об'єкта.

**1 етап.** Ретроспективні дані були отримані за ті роки спостережень, які відповідають наступним загальним вимогам:

- є найбільш репрезентативними з точки зору відображення природного стану в умовах мінімальної антропогенного навантаження;
- дозволяють відстежити зміни величин показників якості води в часі у зв'язку зі змінами природних умов або антропогенного навантаження;
- відображають специфічні особливості процесів формування якості води, властиві конкретному водному об'єкту.

Далі проводиться групування і подальша статистична обробка даних, що задовольняють перерахованим вище умовам.

**2 етап.** Екологічна оцінка.

Екологічний індекс якості вод ( $I_E$ ) розраховується за формулами 2.1-2.9, наведеними у підрозділі 2.1.

**3 етап.** Розрахунок коефіцієнта водності на основі багаторічних даних спостережень за гідрологічними показниками.

Коефіцієнт водності ( $K_B$ ) розраховується за формулою 2.11 [145].

$$K_B = Q_C / Q_{БР} , \quad (2.11)$$

де

$Q_C$  – середня витрата води за період, для якого виконується оцінка;

$Q_{БР}$  – середньо-багаторічна витрата води за аналогічний період (сезон) .

**4 етап.** Вибір гідрологічних періодів для встановлення екологічних нормативів здійснюється зі всього ряду спостережень з мінімальними значеннями екологічного індексу ( $I_E$ ). При цьому необхідне дотримання умови не перевищення коефіцієнта водності, а саме  $K_B \leq 1$ .

Облік водності необхідний для виключення впливу гідрологічної складової на екологічний стан водного об'єкта. З цією метою, виділяємо роки з типовими концентраціями, що спостерігалися і є властивими даному водному об'єкту з нормальними обсягами стоку і витратами води.

**5 етап.** При побудові прогнозової моделі екологічного стану поверхневих вод використовується метод Хольта-Уінтерса, для вирішення завдання прогнозування часового ряду з урахуванням сезонності.

Даний метод, є удосконаленням методів експоненційного згладжування часового ряду. Метод Хольта-Уінтерса успішно застосовується при розробленні як середньострокових, так і довгострокових прогнозів, оскільки здатний визначати мікротренди (тренди, які відносяться до коротких періодів) в періоди часу, що безпосередньо передують прогнозом, і екстраполювати ці тренди на майбутнє [146]. За допомогою рівняння (2.12) відображено математичний вираз даного методу.

$$\begin{cases} \hat{Y}_{t+\tau} = (a_t + \tau b_t) c_{t-s+\tau} \\ a_t = \alpha_1 \frac{Y_t}{c_{t-s}} + (1 - \alpha_1)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t = \alpha_2(a_t - a_{t-1}) + (1 - \alpha_2)b_{t-1} \\ c_t = \alpha_3 \frac{Y_t}{a_t} + (1 - \alpha_3)c_{t-s} \end{cases} \quad (2.12)$$

де

$\hat{Y}_{t+\tau}$  – прогноз, на  $\tau$  шагів вперед;

$a_t$  – коефіцієнт рівня ряду;

$b_t$  – коефіцієнт пропорційності;

$c_{t-s+\tau}$  – сезонна складова з лагом в  $s+\tau$  шагів;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – постійні згладжування.

Оптимальні параметри  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  підбиралися шляхом мінімізації середньоквадратичної помилки прогнозу розподілу поля концентрації.

Використання прогнозних значень необхідно для уточнення значень екологічного нормативу, а також для правильного планування водогосподарської діяльності, в тому числі і розробки науково-обґрунтованих природоохоронних заходів, які будуть спрямовані на вирішення прогнозованих проблем за відповідними показниками.

**6 етап.** Встановлення значень  $ЕН_{Д}$  для окремих показників якості поверхневих вод проводиться на основі фактичних значень окремих показників в обрані гідрологічні періоди, з урахуванням прогнозних величин. При цьому відбираються не менше 3-х років з усього ряду років спостережень і один рік сучасного стану (останні з останніх 5 років ряду спостережень) з найкращими показниками екологічного індексу ( $I_E$ ).

**7 етап.** Встановлення значень  $ЕН_{Ц}$  для окремих показників якості води проводиться аналогічно визначенню  $ЕН_{Д}$ . Але значення цільового екологічного нормативу ( $ЕН_{Ц}$ ) відповідає найкращим значенням показників.

**8 етап.** За відповідними класифікаціями в методиці кожному значенню  $ЕН_{Д}$  і  $ЕН_{Ц}$  присвоюються відповідні категорії якості поверхневих вод (табл. 2.1) для визначення основних показників погіршення екологічного стану водного об'єкта.

У разі відсутності необхідного ряду спостережень в якості допустимого нормативу ( $ЕН_{Д}$ ) рекомендується використовувати розроблені нормативи для річки-аналога, що знаходиться в схожих фізико-географічних умовах, з урахуванням наявного ряду спостережень. А розробка цільового нормативу для певної річки ( $ЕН_{Ц}$ ) може бути виконана після необхідних додаткових натурних досліджень.

Екологічні нормативи допустимі ( $ЕН_{Д}$ ) можуть бути використані як інструмент управління для обмеження впливу на екосистему водойм і запобігання погіршенню екологічного стану басейну річки в середньостроковій перспективі.



Екологічні нормативи цільові (ЕН<sub>ц</sub>) можуть бути використані для довгострокового планування водоохоронної та господарської діяльності з метою поліпшення екологічного стану річки.

## **2. 3 Методи відбору та лабораторної обробки проб**

Комплексні експедиційні дослідження виконувались УкрНДІЕП у період 2010-2013 роки та включали виконання гідрохімічних досліджень на мережі з 19 пунктів басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області, де відбиралися проби води та проводився їх хімічний аналіз. Одночасно з виконанням гідрохімічних досліджень, під час експедицій на станціях відбору проб проводився гідробіологічні дослідження.

З 2013 по 2017 роки було проведено експедиційні обстеження окремих ділянок басейну р. Сіверський Донець.

Отримані результати були занесені до бази даних, яка була сформована для проведення розрахунків у дисертаційному дослідженні.

Відбір проб води проводився відповідно до ДСТУ ISO 5667-6 – 2001 «Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків». Аналіз проб води виконувався в лабораторних умовах відповідно до методик, допущених до використання Свідоцтвом про атестацію Аналітичного центру УкрНДІЕП № 100-3714/2010 від 26.07.2010 р.

### **2.3.1 Методи відбору та аналізу проб води**

Для загальної характеристики якості води визначалися:

1) фізичні показники та показники кисневого режиму: температура; прозорість; завислі речовини; рН; розчинений кисень; БСК<sub>5</sub>; ХСК.

2) біогенні речовини: азот амонійний; азот нітратний; азот нітритний; фосфор фосфатів;

3) показники сольового складу: сульфати; хлориди; кальцій; магній; загальна жорсткість.

Дослідження цих показників проводилося наступними методами:

- рН у воді визначалось за допомогою рН-метра фірми НАСН (США);
- визначення прозорості, сульфатів, загальної жорсткості проводили згідно з документом РЕВ «Уніфіковані методи дослідження якості вод».

Визначення інших показників якості проводилось відповідно наступним методичним документам:

КНД 211.1.4.027-95 «Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених стічних водах»;

КНД 211.1.4.023-95 «Методика фотометричного визначення нітрат-іонів з реактивом Гріса в поверхневих та очищених стічних водах»;

КНД 211.1.4.039-95 «Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах»;

МВВ № 081/12-0106-03 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фото колориметричним методом з реактивом Неслера»;

МВВ 081/12-0006-01 «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації кальцію та магнію титриметричним методом»;

МВВ 081/12-0005-01 «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом»;

МВВ 081/12-0004-01 «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлоридів методом аргентометричного титрування»;

МВВ 081/12-0019-01 «Поверхневі води. Методика виконання вимірювань хімічного споживання кисню біхроматним окисленням (ХСК)»;

МВВ 081/12-0008-01 «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань розчиненого кисню методом йодометричного

титрування за Вінклером»;

МВВ 081/12-0014-01 «Поверхневі води. Методика виконання вимірювань біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>)».

Виконання вимірювань концентрацій металів виконувались методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії з використанням атомно-абсорбційного спектрофотометра японської фірми "Hitachi Z 8000".

### **2.3.2 Методи відбору та аналіз проб гідробіологічних досліджень**

Концентрація хлорофілу "а" у фітопланктоні визначалася за стандартним трихроматичним методом ЮНЕСКО, який передбачає фільтрацію водоростей на мембранні фільтри, екстракцію пігментів ацетоном і визначення оптичної щільності екстрактів на характерних для пігментів довжинах хвиль. Концентрація хлорофілу "а" у екстрактах визначалася за трихроматичним методом.

*Дослідження угруповань макробентосу.* Матеріали та методи. Проби відбирались згідно загальноприйнятих в гідробіології методик. Для відбору кількісних проб використовували Дночерпак з площею захоплення 0,04 м<sup>2</sup>, та гідробіологічним сачком з газом №26. Якісні проби відбирались гідробіологічним сачком з газом №26. Усі проби фіксувались 4 % розчином формальдегіду [147, 148].

Камеральне оброблення проб проводилось згідно загальноприйнятих в гідробіології методик. Організми визначались за визначниками [149-153]. Для всіх кількісних проб розраховувались: ТВІ, ВВІ, обраховувались олігохетний індекс Гуднайта-Уітлея.

Дослідження вищої водної рослинності. Описи вищої водної рослинності (ВВР) проводилися в тих самих пунктах, де здійснювався відбір гідрологічних і гідрохімічних проб, а також на прилягаючих до пункту ділянках. Отримані дані дозволяють визначити особливості стану і розвитку рослинності на конкретних ділянках водотоків і виділити основні фактори, що її формують. На основі цих

даних були розраховані макрофітні індекси (MIR).

*Дослідження угруповань фітопланктону та зоопланктону.* Проби для дослідження фітопланктону р. Сіверський Донець відбирались на мережі станцій моніторингу безпосередньо з поверхневого шару води у тару об'ємом 1 л та 0,5 л. Фіксувались проби 40 % розчином формаліну. Обробка проводилась за загальноприйнятими у гідробіології методиками.

Протягом камерального етапу проведено узагальнення, систематизацію та аналіз отриманої інформації. Окрім обґрунтованого вибору та застосування методів дослідження р. Сіверський Донець, для розробки екологічних нормативів необхідне також визначення фізико-географічні передумов формування екологічного стану поверхневих вод басейну, що є предметом розгляду наступного розділу. На основі отриманих даних були обчислені індекси сапробності Гуднайта-Уітлея.

## **Висновки до розділу 2**

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод удосконалена шляхом:
  - розроблення гідрохімічного районування за природними складовими екологічних показників формування поверхневого стоку;
  - додаткового залучення переліку нових показників (зокрема, макрофітними індексами – MIR, адаптованого до умов України);
  - здійснення оцінки за новою класифікаційною схемою, з більш розгалуженою структурою оцінки та розширеним переліком біологічних показників.
2. Методика встановлення та використання екологічних нормативів якості поверхневих вод за відповідними категоріями вдосконалена за рахунок запропонованого автором алгоритму встановлення екологічних нормативів. Для цього пропонується обґрунтування величин показників на основі:
  - аналізу великого ряду ретроспективних даних;

- використання прогнозної оцінки якості поверхневих вод, з врахуванням сезонності (метод Хольта – Уінтерса);
- врахування гідрологічного режиму водотоку за допомогою оцінки водності водного об'єкту ( $K_B$ );
- оцінки екологічного стану за допомогою використання удосконаленої методики екологічної оцінки з використанням необхідної кількості гідробіологічних показників та врахування регіональних особливостей формування річкового стоку.

3. Проведено районування території Харківської області, зокрема басейну р. Сіверський Донець, за показниками мінералізації поверхневих водах. Було виділено 8 гідрохімічних підзон та розроблені відповідні розрахункові екологічні класифікації. Використання гідрохімічного районування дозволяє більш точно відображати екологічний стан завдяки врахуванню природної складової мінералізації.

4. Запропоновані критерії вибору пунктів для першочергового встановлення екологічних нормативів, з урахуванням фізико-географічних, ландшафтних та гідрологічних особливостей формування екологічного стану водних об'єктів.

5. Запропоновані методи можуть бути використані для нормування якості поверхневих вод не тільки у межах басейну р. Сіверський Донець, але й в басейнах інших річок на території України.

6. Принципова відмінність екологічних нормативів якості поверхневих вод від нормативів безпеки водокористування полягає у встановленні їх значень на підставі аналізу результатів оброблення матеріалів ретроспективних та сучасних гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, еколого-токсикологічних та радіоекологічних експедиційних досліджень і режимних спостережень.

Результати робіт за даним розділом викладено у публікаціях: [86-87], [95], [98], [99], [130 -132], [144], [154-160].

### **РОЗДІЛ 3**

## **ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ВИБІР ДІЛЯНОК ДОСЛІДЖЕННЯ**

Концепція ландшафтно-екологічного підходу у системі екологічного нормування базується на розумінні басейну як складної ландшафтної системи, сукупності різних природно-територіальних комплексів (фацій, урочищ, місцевостей, ландшафтів), які функціонально об'єднані у межах водозбору.

Ландшафтно-екологічний підхід, використаний для виконання даної роботи, по-перше, передбачає вивчення природної будови і структури ландшафтних комплексів, а також особливостей розвитку сучасних фізико-географічних процесів в просторово-часовій динаміці. По-друге, враховує умови збереження благополуччя водної екосистеми, як необхідної основи існування людини (суспільства) та збереження умов для розвитку продуктивних потужностей.

Для оцінки екологічного стану та встановлення екологічних нормативів у басейні р. Сіверський Донець необхідно враховувати міжзональні та внутишньозональні властивості ландшафтних комплексів, розподіл у межах різних видів фізико-географічних процесів. При цьому необхідно враховувати ретроспективні та сучасні дані щодо джерел забруднення навколишнього природного середовища, а також їх розподіл у конкретних ландшафтних комплексах водозбірної площі.

Для басейну р. Сіверський Донець притаманна різноманітність зональних та азональних природних умов формування якості води, високе господарське освоєння, зокрема, значна розораність території, забруднення техногенними речовинами та не лише у межах Харківської області.

У зв'язку з тим, що екологічний стан поверхневих вод у басейні р. Сіверський Донець у межах Харківської області, визначається як

природними (фізико-географічними) характеристиками басейну, так і значним впливом господарської діяльності, доцільним є проведення аналізу формування якості поверхневих вод з урахуванням різних чинників впливу.

### **3.1 Фізико-географічні передумови формування екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області**

Для виявлення природних та антропогенних особливостей формування якості поверхневих вод у басейні р. Сіверський Донець застосовано підходи до дослідження організації водозбірної площі, викладені в роботах [100-102, 105, 107-115].

Річка Сів. Донець є головною водною артерією Харківської області і має протяжність в її межах 375 км. У межах басейну Сіверського Дінця розташовані 17 з 27 адміністративних районів області. Основні притоки на території області – річки Оскіл, Уди, Вовча, Харків, Лопань, Балаклійка, Мжа.

Визначимо основні фактори, що впливають на формування якості поверхневих вод.

По-перше це абіотичні умови. Формування складу природних гідрохімічних показників поверхневих вод у значній мірі залежить від типу ґрунтів, рослинності, типу підстилаючих порід тощо. Важливу роль відіграють кліматичні умови та особливості місцевості. Також велике значення мають гідрологічні та гідрогеологічні характеристики басейну, зокрема розподіл річкового стоку, щільність річкової мережі, глибини залягання ґрунтових вод тощо.

В свою чергу, на формування водних екотопів діють такі ландшафтоутворюючі чинники: рельєф; геологічна будова (характер та особливості залягання гірських порід); клімат; ґрунтові води (характер та особливості залягання); ґрунти; господарська діяльність людини (зокрема, сільсько-господарське використання земель, зрошення земель тощо).

Опис ландшафтних характеристик, що обумовлюють формування водних екосистем та якості поверхневих вод зроблено на основі науково-методичних праць вітчизняних фахівців [161-168] з використанням проведених власних досліджень [94].

### **3.1.1 Фізико-географічна та гідрографічна характеристика**

Річка Сіверський Донець бере початок на південному схилі Середньоруської височини біля м. Белгород (РФ). Далі тече територією України – у Харківській, Донецькій та Луганській областях та впадає в Дон в межах Ростовської області (РФ).

Сіверський Донець – найбільша річка на сході України та одна з найбільших приток Дону. Загальна довжина річки становить близько 1 053 км, а загальна площа басейну – 98 9 тис. км<sup>2</sup>.

Українська частина басейну за своїми розмірами і впливом на стік є головною. В межах України довжина річки становить 723 км, в тому числі в межах: Харківської області – 375 км. Площа водозбору в межах Харківської області складає 21,53 тис.км<sup>2</sup>, що в свою чергу складає 22 % від загальної площі басейну Сіверського Дінця [94, 161].

Басейн характеризується досить нерівномірно розвинутою гідрографічною мережею. Більша частина правобережних приток Сіверського Донця та окремі річки лівобережжя, характеризуються щільністю річкової мережі 0,2–0,3 км/км<sup>2</sup>. Для більшості річок лівобережжя басейну характерний слабкий розвиток річкової мережі – близько 0,1–0,2 км/км<sup>2</sup>. Середня висота водозборів приток у басейні р. Сіверський Донець – 150-200 м [161].



### 3.1.2 Особливості водного режиму та клімату впродовж року

Клімат басейну Сіверського Дінця в межах Харківської області помірно-континентальний, і його континентальність підвищується з північного заходу на південний схід.

Опади розподіляються дворівнево з головним піком у 50–60 мм на місяць влітку та другорядним піком у 40–50 мм місяць у листопаді та січні, коли більшість опадів складаються зі снігу. Відповідні температури повітря варіюють від  $\max 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в липні-серпні до  $\min -7\text{ }^{\circ}\text{C}$  у січні [162, 163].

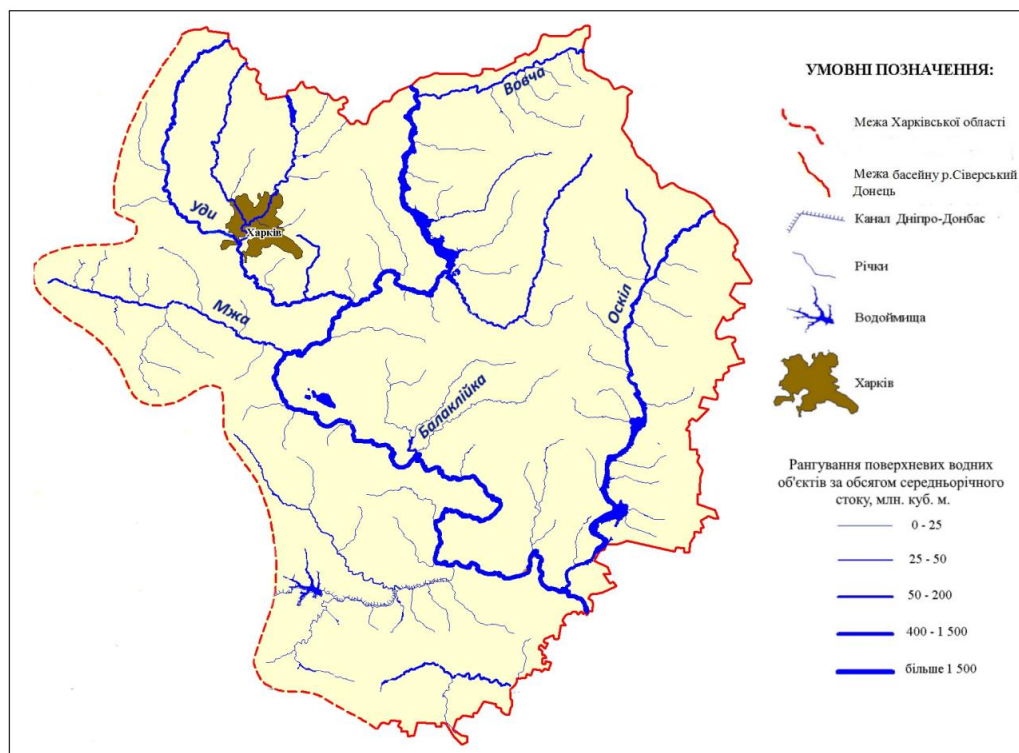


Рис. 3.1 Водозбірна ділянка басейну р. Сів. Донець (Харківська область)

Головне живлення р. Сіверський Донець і її приток здійснюється за рахунок весняного сніготанення. Територією басейну Сіверського Дінця снігове покриття розподіляється нерівномірно. Найбільша тривалість періоду з сніговим покриттям і найбільша висота снігу спостерігаються у північній частині території; у південній кількість днів зі снігом і його висота зменшуються [162].

Довгострокові коливання опадів незначні. У Харкові середній рівень річних опадів становить 525 мм з мінімальним довгостроковим рівнем (довгострокові мінімальні та максимальні значення відповідають 90 % та 10 % випадання опадів, тобто ці величини у середньому трапляються тільки один рік на 10 років, а мінімальні опади трапляються у 9 роках з 10) 400 мм, та максимальним – 675 мм [164, 165].

Середній багаторічний модуль стоку змінюється від 1,0 л/с км<sup>2</sup> на півдні до понад 2,5 л/с км<sup>2</sup> на півночі Харківської області у басейні р. Вовча та верхів'ях басейнів річок Лопань, Уди та Харків. Нижня та середня частини річок мають показники близько 2,0–2,5 л/с км<sup>2</sup>. В тих самих межах знаходиться модуль стоку верхньої та середньої частини р. Оскіл та лівобережжя р. Мож. Показники модулю стоку лежать у межах 1,5–2,0 л/с км<sup>2</sup> р. Сіверський Донець від ділянки вище м. Зміїв до с. Яремівка (межа Харківської та Донецької областей), а також нижня частина р. Оскіл. (рис. 3.2).

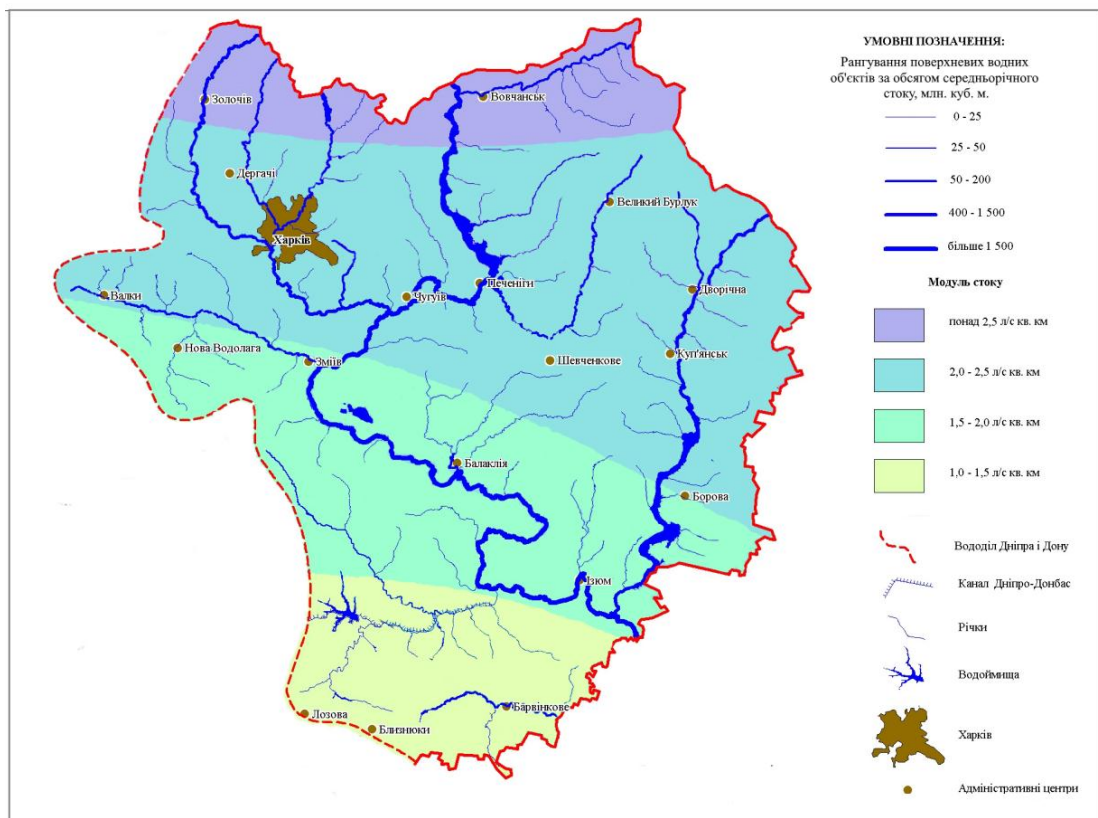


Рис. 3.2 Водність басейну р. Сів. Донець (Харківська область) за [165].

Велика частина стоку (60–80 % обсягу) припадає на весняну повінь, для пропуску чого служать широкі річкові заплави. В інші сезони року показники стоку різняться мало, однак, спостерігаються літня (липень – серпень) і зимова (грудень – січень) межені [167].

### **3.1.3 Геологічна будова та рельєф**

Басейн Сіверського Дінця у межах Харківської області розташовується уздовж південно-західної межі Східноєвропейської платформи, де поверхня фундаменту ускладнена Донецьким прогином. Поверхневий прояв Східноєвропейської платформи складається з кристалічного фундаменту, над яким лежить шар пласко-лежачих осадових порід, що сприяли створенню степу та рівнин. Потужність осадового покривного шару у середньому склада 1 км на платформі у цій частині басейну Сіверського Дінця. У депресії над фундаментом знаходиться шар верхне-палеозойських порід потужністю до 5000 м, які не зустрічаються на платформі. Глибокі відклади в свою чергу покриті шаром мезозойських та кайнозойських порід потужністю до 1500 м, що перекривають фундамент у північно-східній частині басейну р. Сіверський Донець, але на платформі їх товщина складає лише декілька сотень метрів. Це піски, глини, пісковики, алевrolіти, мергелі, крейда, що утворились в умовах морського басейну. Наймолодші відклади складаються з алювіальних пісків та нанесених вітром лесів і лесовидних суглинків плейстоцену, що вкривають більшу частину басейну. Ці відклади мають потужність від декількох до десятків метрів [164, 165].

Із сучасних геологічних процесів найбільше значення мають: водна ерозія ґрунтів – повсюдно; зсувоутворення – на крутих річкових схилах; підтоплення – в долинах рік і на вирівняних ділянках плато. При цьому техногенна складова цих процесів переважає над природною.

Найбільш високі місця басейну Сіверського Дінця розташовані у північній частині, де р. Сіверський Донець та його головна притока, р. Оскіл,

протікають схилами Середньоруської височини, досягаючи висоти 208 м над рівнем моря.

Плато, яке формує більшу частину басейну р. Сіверський Донець, лежить на висотах 175–250 м, нахилиючись дуже незначно з півночі на південь (з північного заходу на південний схід), або з північного сходу на південний захід від 230–250 м до 200–175 м. Більша частина плато складається з флювіального піску, вкритого товстим горизонтом лесу, що під впливом природних умов перетворюється у чорнозем, який має свої місцеві типи [165].

Тераси уздовж північно-західного боку долини Сіверського Дінця також складаються з флювіальних пісків, укритих лесом, але зі зменшеною товщиною, що свідчить про зменшення накопичення на нижчих терасах.

Головна частина басейну Сіверського Дінця має три чітко визначені секції. Верхня частина до м. Харкова тече з півдня на північ вузькою долиною, яка зарегульована та Печенізьким водосховищем. На південь від м. Харкова річка повертає на південний схід і входить у старі льодовикові долини. Їх дно поступово розширюється до 5–8 км та перетворюється у заплави в центральній частині річки від Слов'янська до кордону з РФ. Далі річкова долина знову звужується, проходячи через східний край донецьких пагорбів до р. Дон [161].

Заплави складаються з системи боліт, заболочених територій та стариць, відділених одна від іншої та від ріки невисокими водорозділами (молами), які складаються з алювіального піску та гравію, що відклалися річкою [168].

Таким чином можна говорити про просторову висотну та геологічну неоднорідність рельєфу на території басейну р. Сіверський Донець у межах Харківській області, що є передумовою відповідних особливостей при формуванні складу поверхневих вод.

### 3.1.4 Характеристика ґрунтів водозбірної території

Формування складу природних гідрохімічних показників поверхневих вод у значній мірі залежить від типу ґрунтів та підстилаючих порід, рослинності, розораності, глибини залягання ґрунтових вод [169].

На ділянці, де річка тяжіє до Донецького кряжу, вона має значну висоту берегів – у межіннь становить до 5 м. На всій цій ділянці уздовж лівого берегу до кордону з РФ тягнеться широка смуга лісів (ближче до русла – дуб, далі – сосна). Переважно вони мають штучне походження. Природною рослинністю на плато є трави, сьогодні більша частина цих земель розорано.

Тераси (складаються з алювіальних відкладень піску та мулу) вкриті тонким шаром бідних земель, які мають низький сільськогосподарський потенціал. Вони обробляються в дуже обмеженому обсязі. Природною рослинністю на терасах та сусідніх схилах є ліси.

У заплавах накопичені мул, глина та торф. Невисокі водорозділи (моли), що їх розділяють та відділяють від ріки, складаються з алювіального піску та гравію, відкладених річкою. Природна рослинність складається з ділянок очерету та вологих луків, які використовуються для випасу худоби та сінокошу.

На ділянці, обмеженій кордоном з РФ на півночі, річками Мжа на півдні, Лопань на сході та Мерла (басейн Дніпра) на заході залягають ґрунти Лісостепової зони (підзона Лісостепова зволожена) різного ступеню опідзоленості (сірі лісові, темно-сірі опідзолені та чорноземи опідзолені). Ці ж ґрунти залягають вузькими смугами уздовж Сіверського Дінця та Осколу на ділянці Лісостепової зони. Цим ґрунтам властивий переважно автоморфний режим зволоження з глибоким заляганням ґрунтових вод.

Чорноземи типові добре гумусоаккумулятивні також розповсюджені в Лісостеповій зоні (підзона Лісостепова помірно зволожена). Вони простягаються від р. Оскол на сході до р. Лопань на заході та від кордону з РФ на півночі до середини Червонооскільського водосховища та р. Мжа на півдні.

Максимальна глибина проникнення атмосферних опадів сягає 2,5–3,0 м, іноді до 4 м [169, 170].

Водорозчинні солі в чорноземах звичайних північної частини зони представлені переважно сульфатами кальцію і магнію. Концентрації цих речовин та їх сполук, значною мірою, залежать від гранулометричного складу материнських порід.

На південний схід від зазначеної підзони пролягає підзона Степова Північно-Центральна помірно засушлива (рис. 3.3). Зі сходу та півночі вона обмежена кордоном з Росією, з заходу виходить до басейну Дніпра, а на півдні – географічною широтою м. Донецька. В центральній та західній частині цієї підзони залягають чорноземи звичайні середньо гумусоаккумулятивні, які характеризуються певним дефіцитом вологи, а основний фон складають трави з мочкуватою кореневою системою, що створюють щільну дернину. Потужність гумусового профілю в цих ґрунтах коливається в межах 65–130 см [171].

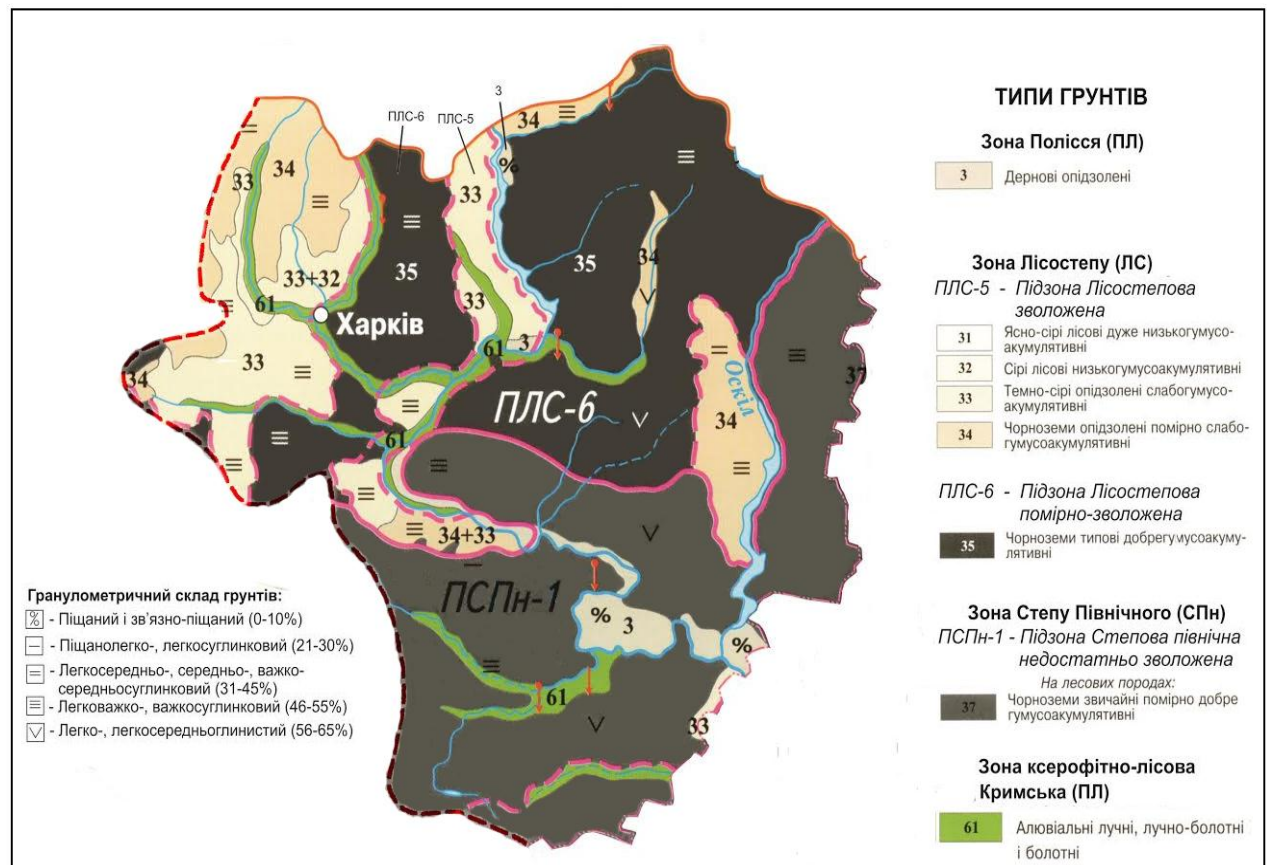


Рис. 3.3 Ґрунти басейну р. Сів. Донець (Харківська область) за [167]

В заплавах річок басейну Сіверського Дінця у різних природних зонах поширені алювіальні лучні, лучно-болотні і болотні ґрунти. Їм властиве періодичне затоплення повеневими водами та відклади на поверхні алювіального матеріалу. Алювіальні лучні ґрунти поширені у прирусловій та центральній частинах заплав з рівнем ґрунтових вод 1–2 м і короткочасним (до 20 днів) затопленням повеневими водами. Прояв алювіального режиму визначається віддаленістю русла ріки та особливостями будови поверхні тераси [94].

У випадку мінералізованості ґрунтових вод у заплавах формуються солонцювато-засолені алювіальні ґрунти. Морфологічно вони відрізняються акумуляцією водорозчинних солей у різних частинах профілю. Розвиток осолонцювання та засолення практично не впливає на параметри накопичення гумусу. Рослинність на цих ґрунтах добре адаптувалася до періодичного затоплення та підвищеної мінералізації ґрунтових вод.

Алювіальні лучно-болотні ґрунти поширені у гіпсометрично низьких місцях центральної частини заплави та на переході її до притерасного зниження, де неглибоко (0,7–1,5 м) залягають ґрунтові води і порівняно тривалий час застоюється вода під час повеней. Загальна потужність профілю складає 40–60 см.

Алювіальний болотний тип поширений у притерасних зниженнях заплави в місцях із близьким рівнем ґрунтових вод (0,5–1,0 м) і тривалим затопленням – понад 30 днів. Він формується під болотною трав'янистою рослинністю, іноді з домішкою деревостою, переважно вільхи чорної і верби. Механічний склад ґрунту представлений від легкосуглинкового до легкоглинистого [170].

В низовій частині Сіверського Дінця на борових терасах сформувались дернові піщані і зв'язко-піщані ґрунти на древньоалювіальних відкладах. Загальна потужність профілю піщаних ґрунтів практично не перевищує 30 см. Характерною особливістю цих ґрунтів є короткий перехід до материнської породи (алювіальних пісків). Серед задернованих пісків зустрічаються оголені ділянки пісків, які здатні зазнавати процесів вітрової ерозії.

Практично всі розглянуті типи ґрунтів, які знаходяться на цій території басейну, зазнають впливу водної і вітрової ерозії. Особливо негативний вплив на ґрунти чинить водна ерозія. Вона, головним чином, розвивається на схилах різного ступеню крутості. Значна частина разораних земель басейну Сіверського Дінця розташована на небезпечних у ерозійному відношенні схилах – від 5 до 15°, розподіляючись на слабоко-, середньо- і сильно змиті ґрунти [171].

Правобережжя річок Сіверський Донець, Оскіл, Уди, Лопань і Харків найбільш схильні до розмиву землі, оскільки розташовані на високих і крутих водозбірних ділянках. На цих ділянках до трьох чвертей загальної площі земель знищено процесами водної ерозії. Також досить часто зустрічаються прояви вітрової ерозії, особливо на незакріплених рослинністю піщаних масивах [170].

Проаналізовано особливості ґрунтів за їх фізичними та хімічними властивостями визначають складну картину перерозподілу та виносу окремих речовин з водозбору в річки зі значним впливом на формування природної складової у формування якості поверхневих вод. Головним чином це показники мінералізації води.

### **3.1.5 Рослинні умови**

У *лісостеповій зоні* представлені значні площі широколистяних лісів, що збереглися на підвищеннях на правобережжі Сіверського Дінця та приток Уди та Мож. Тут переважають клено-липово-дубові ліси, представлені здебільшого групами асоціацій клено-липово-дубової з осокою корневищною. Трав'янистий ярус цих лісів добре розвинений та складає 35–40 % покриття. Зустрічаються також клено-липово-дубові волосистоосокові ліси, де теж досить розвинений трав'янистий покрив, що складає 25–30 % покриття [172].

На тіньових схилах можна зустріти ділянки старих лісів 100–150-річного віку. У таких місцях присутні рослини, які рідко зустрічаються в інших лісах аконіт шерстистовусий, актея колосиста, вороняче око, переліска багаторічна,



вогнище Бенекена [173]. На піщаних борових терасах поширені дубово-соснові ліси та насадження чистої сосни.

Лугова рослинність розповсюджена в заплавах річок Сіверського Донця і його приток Уди і Мож. Найбільш поширені болотні луки з переважанням осоки, тонконога болотного й осоки прибережної. Луки займають ділянки середнього рівня, на яких в покриві переважають тонконіг луговий, вівсяниця лугова, лисохвіст луговий тощо. У в прирусловій частині заплав річок невеликими ділянками зустрічаються осичняки, зірчаткові осокорники, будрові верболози та біло топольники [174].

Заболоченість заплави є незначною. Торфовища складають до 0,8 % загальної площі і розташовуються в заплавах річок, де переважають осоково-гіпнові угруповання та вільшняки [94].

*Степова зона* включає дубові байрачні ліси, велику кількість крейдових оголень зі специфічною кальцефільною рослинністю. На піщаних терасах р. Сіверський Донець поширені псамофітні варіанти різнотравно-типчаково-ковилових степів.

У складі рослинного покриву багато ендемічних крейдових видів. Це обумовлено тим, що у ландшафті басейну є виходи крейди, частіше на правобережних схилах долин річок.

У заплавах Сіверського Дінця і притоки р. Оскіл поширені заплавні дубові ліси, лугова і лучно-болотна рослинність. Заплавні луки тут значно засолені, поширені солончаково-солонцеві угруповання, у травостої яких часто переважають галафітні види [94, 163].

Піщані борові тераси басейну Сіверського Дінця переважно зайняті сосновими і дубово-сосновими лісами природного походження. Серед соснових лісів на боровій терасі зустрічаються південно-осокові болота, оточені вільшняками [173].

Крейдяні відкладення, які розташовуються на правому березі Сіверського Дінця та його приток, відрізняються своєрідністю флори. В її складі багато рослин-ендемів, а деякі є реліктовими залишками флори колишніх

геологічних періодів. Присутні такі ендеміки, як чебрець або чебрець крейдяний (*Thymus calcareus*), оносма донська (*Onósmā tanaítica*), іссоп крейдяний (*Hyssopus cretaceus*), полин суцільнобілий (*Artemisia hololeuca*).

Цінні в науковому відношенні такі ендеміки і релікти, як проломник Козо-Полянського (*Androsace koso-poljanskii* Ovcz.), льон український (*Linum ucranicum*), дрік донський (*Genísta tanaítica*), льнянка крейдяна (*Lināria cretācea*), бедронець каменелюбний (*Pimpinella lithophila*), смілка крейдяна (*Silene cretacea*), левкой пахучий (*Matthiola fragrans* (Fisch.)), норичник крейдяний (*Scrophulāria cretācea*), шоломниця крейдяна (*Scutellaria cretica* Juz.). Багато з них знаходяться під загрозою зникнення і занесені до Червоної книги. [164, 172].

Для збереження цінних видів флори створена екологічна мережа басейну Сіверського Дінця. На території басейну у межах Харківської області знаходиться 21 ключова територія – у мережі загальнодержавного значення та 8 ключових територій – у мережі місцевого значення.

### **3.2 Антропогенні чинники формування екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області**

#### **3.2.1 Водокористування басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області**

Харківська область за питомою водозабезпеченістю одиниці площі території та кількістю поверхневого стоку, який приходить на 1 людину, займає в Україні 15 та 17 місця відповідно [82].

Харківська область має досить низьку забезпеченість водними ресурсами та посідає 24 місце серед областей України за цим показником (1,8 % від загальних водних ресурсів України з урахуванням притоку від суміжних територій) [175].

Водні ресурси Сіверського Донця використовуються для таких потреб:

- водопостачання міст і інших населених пунктів;
- водопостачання промисловості;
- зрошування і зволоження земель;
- рибного господарства;
- рекреаційних зон (відпочинок, спорт, туризм, рибальство тощо).

Сіверський Донець є головним джерелом питного та технічного водопостачання для східного регіону. У басейні Сіверського Дінця розміщені хімічні, металургійні заводи та вугледобувна промисловість, що потребують великої кількості води [176].

Найбільш важливим є забір води на питні потреби. Питне водопостачання здійснюється за рахунок водозаборів у кожній області.

*Водозабори басейну р. Сіверський Донець в Харківській області.*

Для водопостачання м. Харкова та інших населених пунктів Харківської області використовуються два незалежних водозабори:

- водозабір у сел. Кочеток на Печенізькому водосховищі, що забезпечує 74,1 % від загального використання води;
- водозабір на Червонопавлівському водосховищі, що забезпечує 23,5 % від загального використання води.

Кочетоцький водозабір використовується для забезпечення м. Харкова питною водою з Печенізького водосховища, що заповнюється поверхневими водами р. Сіверський Донець.

Печенізьке водосховище (об'єм 383 млн. м<sup>3</sup>, 40 км. від Харкова) – основне джерело господарсько-питного водопостачання. З Печенізького водосховища відбувається водопостачання міст Харків, Чугуїв, сел. Рогань, Кочеток та інших населених пунктів області [177].

*Зрошення р. Сіверський Донець в Харківській області.*

На території басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області облікова площа меліорованих земель станом на 01.01.2015 року складає 94,2 тис. га, з них зрошувальні землі – 82,4 тис. га (держсистеми – 66,5 тис. га, об'єкти внутрішньогосподарського використання – 15,9 тис. га) [178].

Всього в області нараховується 89 джерел зрошення. Джерелами зрошення у басейні Сіверський Донець є 7 річок (Сіверський Донець, Оскіл, Харків, Мжа, Уди, Лопань, Вовча), 12 водосховищ (Печенізьке, Червонооскільське, Рогозянське, Муромське, Трав'янське, Великобурлуцьке, Морозівське, Воскресенівське, Олександрівське, Чистоводівське, Бідилівське та Гусинське), канал Дніпро-Донбас, озеро Лиман. Головними джерелами зрошення в області є р. Сіверський Донець та канал Дніпро-Донбас [179].

Забір води на зрошення впливає на гідрологічні режими, особливо малих річок, а стік із зрошуваних земель сприяє підвищенню концентрації головний іонів сольового складу, азотних речовин та пестицидів.

### **3.2.2 Точкове забруднення поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в Харківській області**

Формування складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець залежить від багатьох антропогенних факторів. Ці чинники обумовлені діяльністю людини та супроводжуються надходженням до водних об'єктів хімічних речовин з промисловими, сільськогосподарськими та комунальними стічними водами, а також з атмосферними опадами та поллютантами від промислових викидів. Інтенсивне використання вод басейну істотно впливає на екологічний стан водних об'єктів – змінює їх водний баланс, гідрологічний режим та особливо якість води.

Найбільш загальним показником впливу промисловості на водні об'єкти є об'єм стічних вод, що скинуто до цього водного об'єкту. Так у 2015 році до поверхневих водних об'єктів Харківської області скинуто 285,2 млн.м<sup>3</sup> стічних вод [178], в тому числі:

- скид нормативно (умовно) чистих без очищення – 79,0 млн.м<sup>3</sup>;
- скид нормативно-очищених – 198,7 млн.м<sup>3</sup>;
- скид забруднених всього – 10,7 млн.м<sup>3</sup> (у тому числі: недостатньо очищених – 5,1 без очищення – 5,6).

Зокрема, скинуто забруднених у поверхневі води річок басейну Сіверського Донеця – 9,02 млн.м<sup>3</sup> (близько 3 % від загальної кількості) [180].

Значна кількість забруднюючих речовин припадає на житлово-комунальну галузь. Так, від 94,8 % до 100 % кількості забруднюючих речовин, які потрапляють у поверхневі води Харківської області, зокрема і у водні об'єкти басейну р. Сіверський Донець, припадає на житлово-комунальну галузь, про це свідчать офіційні дані показники за 2015 рік.

Зокрема, зі стічними водами комунальних підприємств у поверхневі води річок потрапляють біогенні речовини, зокрема: азот амонійний – 387 тонн (97,7 %), нітрити – 121 тонн (99,2 %), нітрати – 6 844 тонн (98,8 %) та фосфати – 623,1 тонн (97,3 %) [180].

Концентрація біогенних речовин визначає рівень біопродуктивності (зокрема ефтрофування) водних об'єктів, і таким чином формує їх екологічний стан, переважно його гідробіологічної складової. Тобто забруднення цими речовинами є одним з головних факторів антропогенного впливу особливо з огляду на підвищені рівні цих показників при проведенні екологічної оцінки якості поверхневих вод в регіону.

### **3.3 Характеристика ділянок дослідження регіонального ландшафту геосистеми басейну р. Сіверський Донець у межах Харківській області**

Особливістю *ландшафтно-екологічного підходу* є те, що в центр екосистемних досліджень поставлені не лише біотичні, але й абіотичні компоненти природного середовища.

При ландшафтному підході характерним є уявлення простору як сукупності територіальних одиниць, у межах яких компоненти природного середовища протягом тривалого часу пристосовувались один до одного, тісно взаємопов'язані і являють собою єдине ціле. В якості територіальної одиниці, ми розглядаємо природно-територіальні комплекси, за допомогою яких проводимо характеристику відповідних пунктів дослідження.

Конструктивно-географічний підхід до вибору пунктів спостереження, окрім суто гідрологічних особливостей водного об'єкту, має враховувати характеристики екологічного стану і ландшафтної диференціації водозбірного басейну.

Територія басейну річки Сіверський Донець у межах Харківської області займає 21,5 тис.кв.км. Характерною його особливістю є те, що він лежить у двох фізико-географічних зонах: Лісостеповій та Степовій. Басейн річки поділяється межею лісостепової та степової зони майже навпіл.

Сам басейн річки у Харківській області, згідно з оновленим фізико-географічним районуванням України, лежить у чотирьох краях двох зон:

- Один – Лісостепової зони: Східноукраїнський;
- Три – Степової зони, північно-степової підзони: Задонецько-Донський, Лівобережнодніпровсько-Приазовський, Донецький. (рис. 3.4) [181].



Рис. 3.4 Фізико-географічне районування басейну р. Сіверський Донець у межах Харківській області за [169]

*Легенда до рис. 3.4*

Зона	Під-зона	Край	Область	Район
Лісостепова зона		Східно-український край	XXII Харківська схилово-височинна область	126 Золочівсько-Чугуївський
				127 Лимансько-Вовчанський
				128 Білоколодязько-Великобурлуцький
				129 Валківсько-Мереф'янський
				130 Куп'янсько-Дворічанський
Степова зона	Північно-степова підзона	Лівобережно-дніпровсько-Приазовський край	XXIX Орільсько-Самарська низовинна область	157 Верхньотернівсько-Бритаїський
		Донецький край	XXXIII Західнодонецька схилово-височинна область	170 Барвінківсько-Новодонецький
		Заноденко-Донський край	XXXV Старобільська схилово-височинна область	179 Балаклійсько-Руженський
				180 Кунєвсько-Борівський
				181 Сватівсько-Новоайдарський

Це свідчить про просторову неоднорідність водозбірної площі та умов формування поверхневого стоку прилеглих територій досліджуваної геоекосистеми річки Сіверський Донець та її приток, а як наслідок і якості поверхневих вод цих водних об'єктів.

### **3.3.1 Вибір пунктів досліджень екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у межах Харківській області**

Для більш об'єктивної оцінки впливу екологічного стану ландшафтів прилеглої території, мережа стаціонарних гідрологічних та гідрохімічних пунктів спостереження, які входять до державної системи моніторингу нами доповнена пунктами, що враховують особливості ландшафтної диференціації території басейну, схема розташування пунктів проведення натурних досліджень за участю автора наведено на рис 3.5.

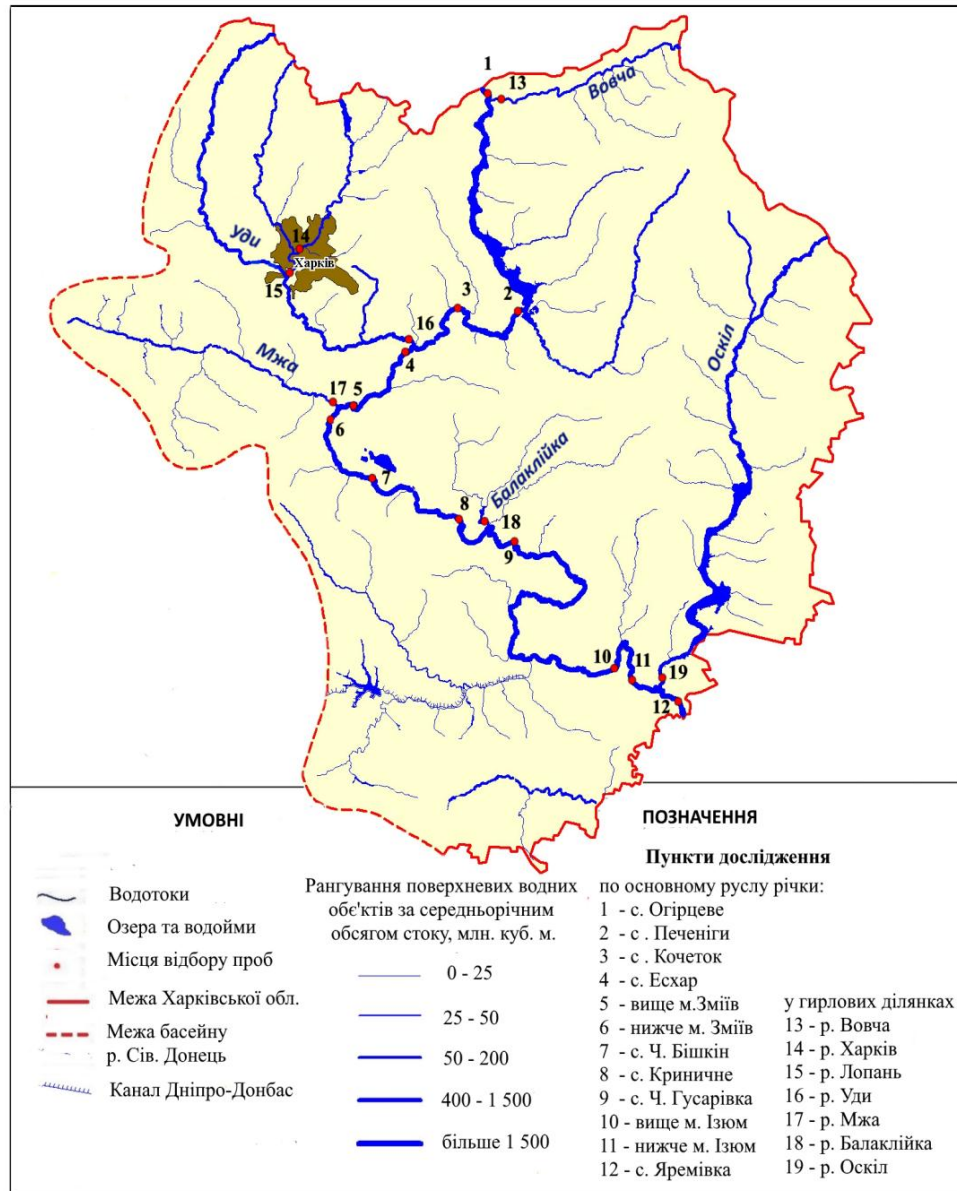


Рис 3.5 Пункти відбору проб натурних досліджень басейну р. Сіверський Донець (Харківська область)

Кожний з представлених типів ландшафтів у зазначених пунктах має свої особливості, що потребує врахування при проведенні оцінки екологічного стану досліджуваної басейнової геосистеми та при встановленні екологічних нормативів якості поверхневих вод.

Перелік та дані щодо розміщення пунктів спостереження від гирлової ділянки басейну р. Сіверський Донець на ведемо в таблиці 3.1.



Таблиця 3.1

**Пункти дослідження басейну р. Сіверський Донець**

№	Місце відбору	км від гирла
1	р. Сів. Донець, с. Огірцеве, кордон з РФ	944
2	р. Сів. Донець, с. Печеніги, нижче греблі, питний водозабір	872
3	р. Сів. Донець, с. Есхар, нижче р. Уди	813
4	р. Сів. Донець, смт. Кочеток, питний водозабір	872
5	р. Сів. Донець, вище м. Зміїв, с. Черемушне	803
6	р. Сів. Донець, нижче м. Зміїв, нижче р. Мжа	793
7	р. Сів. Донець, с. Черкаський Бишкін (міст)	772
8	р. Сіверський Донець, с. Криничне, вище міста Балаклія (міст)	738
9	р. Сів. Донець, с. Червона Гусарівка, нижче м. Балаклея	712
10	р. Сів. Донець, вище м. Ізюм	610
11	р. Сів. Донець, нижче м. Ізюм	600
12	р. Сів. Донець, с. Яремівка, межа Харківської і Донецької області	585
13	р. Сів. Донець, р. Вовча, м. Вовчанськ, 0,5 км від гирла	930
14	р. Харків, м. Харків, гирлова ділянка	
15	р. Лопань, м. Харків, гирлова ділянка	
16	р. Уди, с. Есхар, гирлова ділянка	820
17	р. Мжа, м. Зміїв, гирлова ділянка	794
18	р. Балаклійка, м. Балаклія, гирлова ділянка	722
19	р. Оскіл, с. Червоний Оскіл, 9 км від гирла	580

У роботі, в першу чергу, звертається увага на територію на якій відбувається формування місцевого поверхневого стоку, тобто водозбірну

площу, що безпосередньо виступає у якості чинника формування стану водної екосистеми.

### **3.3.2 Характеристика регіонального ландшафту ділянок дослідження геосистеми басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області**

Існує три трактування терміну «ландшафт»: регіональне, типологічне та загальне. Нами розглядається регіональне трактування, а саме ландшафт розглядається як конкретний індивідуальний природно-територіальний комплекс (ПТК), як неповторний комплекс, що має географічну назву і точне положення на карті.

Опис ПТК обраних ділянок для дослідження у лісостеповій та степовій зонах зроблено на основі науково-методичних праць вітчизняних фахівців [167,170, 181-182].

Розміщення пунктів спостереження на основі ландшафтною карти, дозволяє оцінити відмінності природних умов в кожному з них і визначити репрезентативні ділянки, у основному руслі р. Сіверський Донець в межах Харківської області, що враховують просторові зміни природно-територіальних комплексів, а також гирлові ділянки приток, які можуть суттєво впливати на екологічний стан основної річки представлено на рис. 3.6.

#### *Лісостепова зона.*

Пункт №1 – с. Огірцеве, кордон з РФ (944 км від гирла). Даний пункт є вхідною ланкою у системі моніторингу басейну р. Сіверський Донець на території України та може слугувати фоновим (базовим) створом для оцінки стану якості води даної річки на території країни.

Просторову структуру ландшафту річкової долини у даному пункті на *правому березі* представляють:

– рівнини лесові, плоскі, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишково слабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними

із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

– рівнини лесові, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

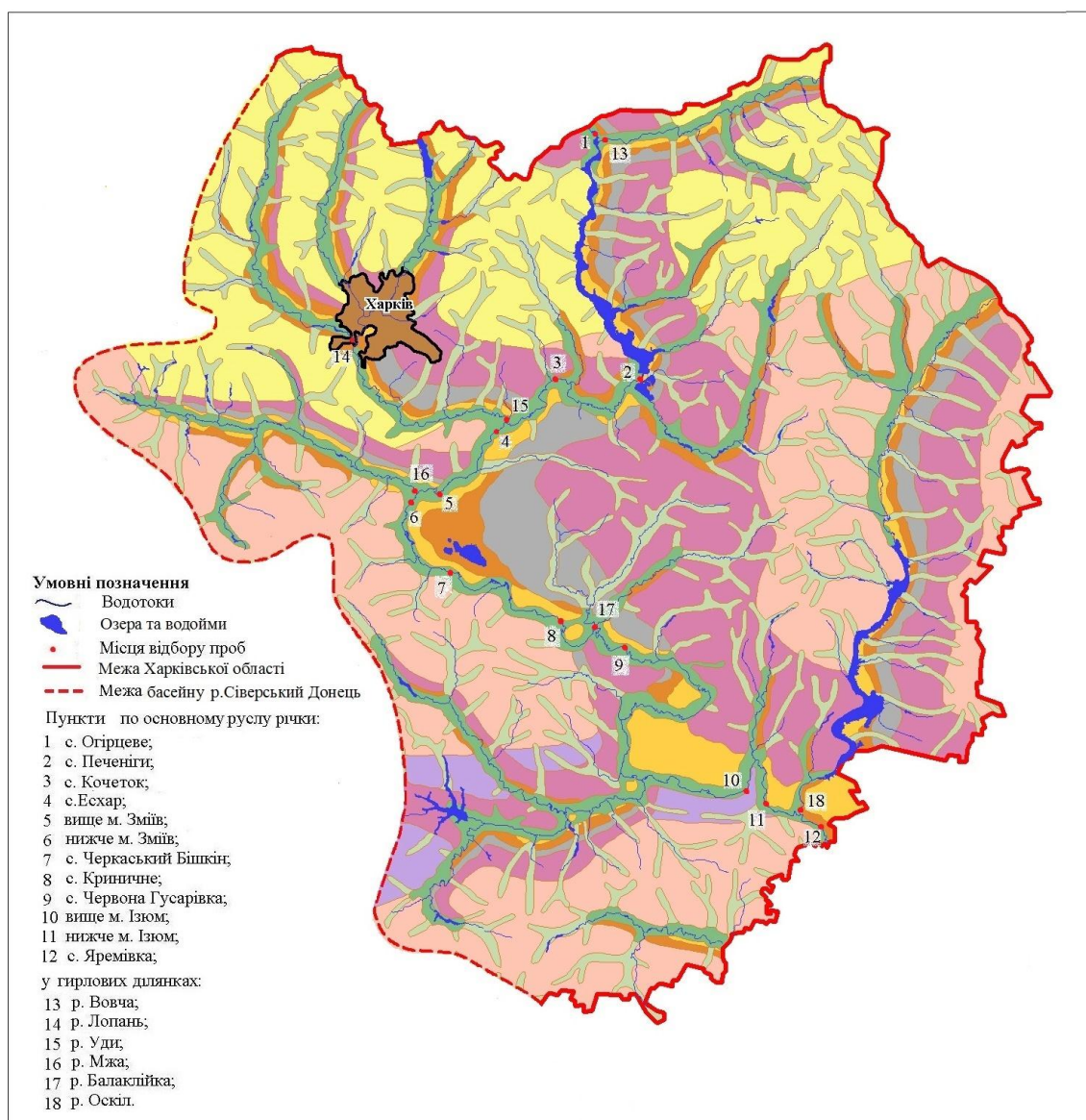









Рис. 3.6 Ландшафти басейну р. Сіверський Донець за [167]

Легенда до рис. 3.6.

<b>Межирічкові природні комплекси</b>	
<i>Рівнини лесові, піднесені й відносно вирівняні на палеогеновій та неогеновій основі з чорноземами сірими й опідзоленими ґрунтами з кленово-липово-дубовими лісами та сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних лісів, луків і різнотравно-ковилових степів.</i>	
	Рівнини лесові, піднесені й відносно вирівняні на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими й реградованими, світло сірими і сірими ґрунтами, з кленово-липово-дубовими лісами та сільськогосподарськими угіддями на місці широколистянодубових лісів і лучних степів.
	Рівнини лесові, відносно вирівняні, розчленовані ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами з сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів.
	Рівнини лесові, розчленовані ярами та балками на верхньоміоценовій основі, з чорноземами звичайними із сільськогосподарськими угіддями на місці різнотравно-типчаково-ковилових степів.
<b>Долинні природні комплекси</b>	
<i>Рівнини низовинні, лесово-терасові, піщані й заплавні, плоскі й хвилясті на неогеновому та четвертинному алювії з чорноземами, сірими й темно-сірими дерновими і дерново-підзолистими ґрунтами, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, іноді під кленово-липово-дубовими лісами.</i>	
	Рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.
	Рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавніх четвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.
	Рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами.
	Рівнини плоскі і слабо хвилясті піщано-глинисті на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями
<b>Балково-долинні природні комплекси</b>	

На лівому березі просторову структуру ландшафту річкової долини також представляють:

- рівнини лесові, плоскі, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишково слабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

Пункт №2 – с. Печеніги, нижче греблі Печенізького водосховища, питний водозбір (870 км від гирла). Площа водозбору 8400 км<sup>2</sup>.

Водозбірна площа даної ділянки формується у Золочівсько-Чугуївському (правий берег), Лимансько-Вовчанському та Білоколодязько-Великобурлуцькому районах (лівий берег) Харківської схилові-височинної області Східноукраїнського краю Лісостепової зони [181, 182].

На *правому березі* ландшафтна просторова структура долини річки представлена здебільшого:

- рівнинами лесовими, плоскими, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-

чорноземними солонцюватими, іноді, болотяними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями;

На *лівому березі* річки представлені наступні ПТК:

- рівнини лесові, плоскі, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньо четвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- балково-долинний природний комплекс;

- заплава представлена рівнинами дрібногорбистими, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільсько-господарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами [170].

Для уточнення екологічного стану цієї ділянки водотоку та можливості оцінки пливу однієї з основних приток р. Вовча обраний додатковий пункт на цій ділянці – пункт №13.

Пункт №3 – смт. Кочеток, питний водозабір (842 км від гирла). Водозбірна площа знаходиться у Золочівсько-Чугуївському (правий берег) Лимансько-Вовчанському районах (лівий берег) Харківської схилові-височинної області Східноукраїнського краю Лісостепової зони [181, 182].

Рельєф водозбірної площі – хвиляста рівнина, розмежована річковими долинами, ярами та балками. Мінімальні відмітки поверхні складають 85,2 м, приурочені до заплави р. Сіверський Донець у місці впадіння р. Вел. Бурлук.

Просторова структура ландшафту річкової долини *правобережжя* представлена:

- рівнинами лесовими, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, здебільшого;

- рівнами лесовими, плоскими, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

На *лівому березі* просторову структуру ландшафту річкової долини представляють:

- рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розвинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватими, іноді, болотяними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

Пункт №4 – с. Есхар, нижче р. Уди (825 км від гирла). Пункт важливий тому, що дозволяє врахувати вплив річки Уди на формування екологічного стану води у р. Сіверський Донець. Входить до державної системи моніторингу.

Водозбірна площа правобережжя формується у Золочівсько-Чугуївському районі, лівобережжя – у Лимансько-Вовчанському та Куп'янсько-

Дворічанському районах, районах Харківської схилові-височинної області Східноукраїнського краю Лісостепової зони [181, 182].

На *правому березі* просторову структуру ландшафту річкової долини представляють:

- рівнини лесові, відносно вирівняні, розчленовані ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сіримиопідзоленими ґрунтами з сільсько-господарськими угіддями на місці лучних і різнотарвно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів.

На *лівому березі* здебільшого представлені такі ПТК:

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

- рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

Пункт №5 – вище м. Зміїв, с. Черемушне (803 км від гирла).

Водозбірна площа, у цьому пункті, формується на правобережжі – у Золочівсько-Чугуївському та Лимансько-Вовчанському фізико-географічних районах, на лівобережжі – у Лимансько-Вовчанському фізико-географічному районі Харківської схилові-височинної області Східноукраїнського краю Лісостепової зони [181, 182].

На *правому березі* просторову структуру ландшафту річкової долини представляють здебільшого:



- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини дрібногорбисти, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини лесові, відносно вирівняні, розчленованими ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сіриміопідзоленими ґрунтами з сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів.

На лівому березі здебільшого представлені:

- рівнини лесові, плоскі, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів; рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових

відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами;

- рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розвинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами.

Заплава річки представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватими, іноді, болотяними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями [167].

Пункт №6 – нижче м. Зміїв, нижче р. Мжа – додатковий пункт. Цей пункт обрано для аналізу зміни якості поверхневих вод після впадіння притоки Мож та антропогенного навантаження міста Зміїв.

На *правому березі* ландшафтну просторову структуру долини річки представляють:

- рівнини лесові, відносно вирівняні, розчленовані ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сіримиопідзоленими ґрунтами з сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотарвно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів, здебільшого;

- рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широко-

листяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Для *лівобережжя* характерні здебільшого:

- рівнини лесові, плоскі, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями [167].

Пункт №7 – с. Черкаський Бишкін (міст) – додатковий пункт, який був обраний на межі лісостепової і степової зони.

На *правому березі* ландшафтна просторова структура долини річки представлена:

- рівнинами лесовими, відносно вирівняними, розчленованими ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами з сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів, здебільшого.

На *лівому березі* здебільшого представлені:

- рівнинами лесовими, плоскими, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими,

з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

– рівнинами лесовими, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньогумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

– рівнинами лесовими, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широко-листяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями [167].

#### *Степова зона.*

Пункт №8 – с. Криничне, вище міста Балаклія (міст) (733 км від гирла).

Водозбірна площа знаходиться у Верхньоберецькому районі Орільсько-Самарської низовинної області Лівобережнодніпровсько-Приазовського краю (правий берег) та Балаклійсько-Руженському районі Старобільської схилово-височинної області Задонецько-Донського краю (лівий берег) Північно-степової підзони Степової зони Степової зони [181, 182].

Ландшафтна просторова структура *правобережжя* долини річки представлена:

– рівнинами лесовими, відносно вирівняними, розчленованими ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сірими опідзоленими

грунтами з сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотарвно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів, здебільшого.

- заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними грунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

Ландшафтна просторова структура *лівогобережжя* представлена:

- рівнини лесові, плоскі, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів;

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

- заплава представлена рівнинами дрібногорбистими, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними грунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами;

Пункт №9 – с. Червона Гусарівка, нижче м. Балаклія – додатковий пункт. Був обраний для аналізу зміни якості поверхневих вод після впадіння притоки Балаклійка та антропогенного навантаження міста Балаклія.

На *правому березі* ландшафтна просторова структура долини річки представлена:

- рівнинами лесовими, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньогумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із

сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

– заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотяними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

На *лівому березі* здебільшого представлені:

- рівнинами лесовими, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії стародавньочетвертинних терас, з чорноземами звичайними середньогумусними, вилуженими, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, здебільшого;

– рівнинами лесовими, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньогумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

– рівнинами дрібногорбистими, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільсько-господарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами, здебільшого в заплаві.

Пункт №10 – вище м. Ізюм (610 км від гирла). Водозбірна площа правобережжя формується у Барвінківсько-Новодонецькому фізико-географічному районі Західнодонецької схилово-височинної області Донецького краю. Лівобережжя – у Балаклійсько-Руженському фізико-географічному районі Старобільської схилово-височинної області Задонецько-Донського краю Північно-степової підзони Степової зони [181, 182].

На *правобережжі* ландшафтна просторова структура долини річки

представлена рівнинами лесовими, розчленовані ярами та балками на верхньоміоценовій основі, з чорноземами звичайними із сільсько-господарськими угіддями на місці різнотарвно-типчаково-ковилових степів.

Для *лівобережжя* характерні здебільшого:

- рівнини дрібногорбисті, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розвинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільськогосподарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами,

- рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

- заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватими, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями [167].

Пункт №11 – нижче м. Ізюм – додатковий пункт. Був обраний для аналізу зміни якості поверхневих вод після впадіння притоки Мокрий Ізюмець та антропогенного навантаження від міста Ізюм.

На *правому березі* ландшафтна просторова структура долини річки представлена:

- рівнинами лесовими, відносно вирівняними, розчленованими ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сіримиопідзоленими ґрунтами з сільсько-господарськими угіддями на місці лучних і різнотарвно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів.

- рівнинами лесовими, розчленовані ярами та балками на

верхньоміоценовій основі, з чорноземами звичайними із сільсько-господарськими угіддями на місці різнотарвно-типчаково-ковилових степів;

- балково-долинним природним комплексом.

Заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними ґрунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

На *лівому березі* представлені:

- рівнинами лесовими, розчленованими ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

- рівнинами дрібногорбистими, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розинутими піщаними ґрунтами, іноді з пісками слабо задернованими, із сільсько-господарськими угіддями, вигонами, сосновими і сосново-дубовими лісами, здебільшого в заплаві.

Пункт №12 – с. Яремівка, межа Харківської і Донецької області (573 км від гирла). Водозбірна площа правобережжя формується у Барвінківсько-Новодонецькому фізико-географічному районі Західнодонецької схилів-височинної області Донецького краю. Лівобережжя – у Балаклійсько-Руженському та Куньєвсько-Борівському фізико-географічному районі Старобільської схилів-височинної області Задонецько-Донського краю Північно-степової підзони Степової зони [181, 182].

На *правому березі* ландшафтна просторова структура долини річки представлена:

- рівнинами лесовими, відносно вирівняними, розчленованими ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сіримиопідзоленими



грунтами з сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотарвно-типчаково-ковилових степів, іноді на місці широколистяних дубових лісів, здебільшого.

– заплава представлена рівнинами плоскими і слабо хвилястими піщано-глинистими на голоценовому піщано-муловому алювії заплави з лучно-чорноземними солонцюватим, іноді, болотними грунтами і торф'яниками зі злаково-різнотравною, болотно-різнотравною рослинністю під косовицями.

На *лівому березі* здебільшого представлені рівнини лесові, розчленовані ярами та балками, із западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Заплава представлена рівнинами лесовими, плоскими, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишково-слабосолонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними із сільськогосподарськими угіддями на місці лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів.

Також були обрані додаткові пункти у гирлових ділянках приток, для можливості оцінки впливу бокової приточності:

№13 – р. Вовча гирло, с. Гатище;

№14 – р. Харків гирло, м. Харків;

№15 – р. Лопань гирло, м. Харків;

№16 – р. Уди гирло, с. Есхар;

№17 – р. Мож гирло, м. Зміїв;

№18 – р. Балаклійка гирло, м. Балаклея;

№19 – р. Оскіл гирло, с. Червоний Оскіл.

Все вищеописане різноманіття ландшафтно-просторових структур долини Сіверського Дінця та його приток є чинником зміни в просторі якісного стану водних об'єктів, а також динаміки зміни критеріальних показників стану геосистем річкових басейнів на різних ділянках.

### Висновки до розділу 3

1. Домінуючим чинником формування якості поверхневих вод в Харківській області є зміна ландшафтних та гідрологічних характеристик за рахунок впливу господарської діяльності та надходження забруднення з точкових джерел (переважно зі зворотними водами комунального господарства).

2. За допомогою аналізу природно-територіальних комплексів обґрунтовано вибір ділянок, екологічний стан яких відображає типові фізико-географічні особливості формування поверхневого стоку річок басейну Сіверського Донця в межах Харківської області.

3. Використаний конструктивно-географічний підхід до вибору пунктів дослідження, дозволяє більш точно встановити їх перелік з метою підвищення достовірності оцінки екологічного стану басейну р. Сіверський Донець. При цьому враховується, окрім суто гідрологічних особливостей водного об'єкту, також антропогенне навантаження і ландшафтна диференціація водозбірного басейну.

4. Різноманіття ландшафтно-просторових структур ділянок водозбірної площі басейну р. Сіверський Донець впливає на зміни в часі і просторі екологічного стану басейнових геосистем, а також зміни величин критеріальних показників стану гідроекосистем.

5. Обрані методи ландшафтно-екологічного аналізу характеристик водозбірної площі басейну р. Сіверський Донець та визначення головних умов формування екологічного стану поверхневих вод дозволяють обґрунтовано провести розробку екологічних нормативів якості поверхневих вод для типових ділянок басейну Сіверського Дінця в Харківській області, для яких необхідне першочергове встановлення ЕН та розроблення комплексу природоохоронних заходів.

Основні положення проведених досліджень за даним розділом викладено у публікаціях: [82, С. 23-27, С. 15-17], [86], [144], [183].

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

#### 4.1 Оцінка сучасного екологічного стану басейну річки Сіверський Донець у межах Харківської області

Збереження екологічного благополуччя поверхневих вод і відтворення водних ресурсів можливі лише за умови пріоритетності охорони і збереження водних екосистем. Водоохоронна діяльність (у тому числі й нормування) повинна бути спрямована не лише на забезпечення вимог певних галузей господарської діяльності, а також на збереження структурної і функціональної цілісності водних екосистем. Екологічне розуміння якості води пов'язане саме з її властивостями як середовища існування біоти, а також як складової водних екосистем.

Проблема оцінки екологічного та якісного стану поверхневих вод, в силу багатокomпонентності, динамічності, різноманіття внутрішньосистемних процесів і численності взаємозв'язків між окремими складовими, відноситься до числа найбільш складних і в той же час важливих завдань в газузі раціонально природокористування, так як від об'єктивності інформації про стан водних об'єктів залежить ефективність водоохоронної діяльності. Методи екологічної оцінки та екологічного нормування, що використані у цій роботі (підрозділи 2.1 та 2.2) зорієнтовані на розв'язання даної проблеми.

Важливим завданням екологічного нормування є забезпечення стійкості водних екосистем. Екологічні нормативи мають враховувати не лише вимоги до можливого використання природних ресурсів (для чого вже є відповідна нормативна база), а й “вимоги” природного середовища.

Концепція екологічного нормування, яка лежить в основі даної роботи, базується на розумінні басейну досліджуваного водного об'єкту як складної

динамічної системи, в якій безперервно відбувається безліч хімічних, фізичних та біологічних процесів [116].

При розробці екологічних нормативів застосовано конструктивно-географічний підхід, який враховує ландшафтно-екологічну складову, географічне розташування, динаміку формування та функціонування природних систем, їх типологічну різноманітність і одночасно індивідуальну унікальність, стійкість до природних і антропогенних впливів.

Оцінка сучасного екологічного стану басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області була проведена за оновленою методикою, наведеною у підрозділі 2.1 даної роботи.

Вона полягає у визначенні загального екологічного індексу ( $I_E$ ) на основі розрахунку підблокових індексів: біологічного індексу ( $I_B$ ) та хімічного індексу ( $I_X$ ).

Для розрахунку індексу біологічного ( $I_B$ ) були визначені кількісні та структурні показники зообентосу (ТВІ, ВВІ), зоопланктону (індекс сапробності), фітопланктону (індекс сапробності та біомаса) та макрофітний індекс (MIR).

Для розрахунку індексу хімічного ( $I_X$ ) були визначені показники: блоку компонентів сольового складу (загальна мінералізація по сумі іонів, хлориди, сульфати); блоку показників хімічного трофо-сапробіологічного стану (завислі речовини, розчинений кисень, рН, БСК<sub>5</sub>, ХСК, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфор фосфатів) та блоку специфічних речовин (нафтопродукти, СПАР, феноли; залізо загальне, цинк, мідь тощо).

За основу були взяті дані експедиційних досліджень за участю автора, фондові матеріали науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» та Галузевого державного архіву гідрометслужби України. Також було використано для доповнення моніторингові дані Мінприроди України та Харківського регіонального управління водних ресурсів (ХРУВР). Гідробіологічні дані були доповнені

архівними матеріалами Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) за період з 1977 по 2016 рр.

Подальші розрахунки індексів проводились за середніми та середніми з найгірших значень середньорічних показників.

#### **4.1.1 Визначення показників біологічного індексу**

Значення показників біологічного індексу ( $I_B$ ) за середніми величинами показників свідчать, що води досліджуваних ділянок басейну відносяться до II та III класів якості вод і оцінюються як „добрі” та „задовільні” за станом, „чисті” та „забруднені” за ступенем чистоти (забрудненості). За середніми з найгірших значеннями показників води відносяться до III, IV та V класу та оцінюються як „задовільні”, „погані” та „дуже погані” за станом, та „забруднені”, „брудні” та „дуже брудні” за ступенем чистоти (забрудненості).

Для проведення оцінки за даним індексом визначались кількісні та структурні показники зообентосу (TBI, BBI), зоопланктону (індекс сапробності) та фітопланктону (індекс сапробності та біомаса). Їх просторовий розподіл у басейні р. Сіверський Донець у межах Харківської області на прикладі 2014 року наведено на рисунках 4.1–4.2.

Значення біотичного індексу Вудівісса (TBI) коливались від 8 (с. Огірцеве та нижче м. Зміїв), що відносить води до II класу «добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти до 2 (вище м. Зміїв, вище м. Ізюм, с. Яремівка, р. Оскіл), що відносить води до V класу «дуже погані» за станом, «дуже брудні» за ступенем чистоти. На інших ділянках якість води відповідала III класу «задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем чистоти. Спостерігається загальна нечітка тенденція погіршення якості води за течією річки.

Найкращі значення Бельгійського біотичного індексу (BBI) (рис. 4.1) у пунктах: с. Огірцеве та нижче м. Зміїв – характеризують стан як I клас «відмінні» за станом, «дуже чисті» за ступенем чистоти, а також с. Кочеток, с. Криничне, нижче м. Ізюм, що відносить води до II класу «добрі» за станом,

«чисті» за ступенем чистоти, найгірші спостерігаються – у р. Оскіл (IV клас «погані» за станом, «брудні» за ступенем чистоти) та у пункті вище с. Яремівка (V клас «дуже погані» за станом, «дуже брудні» за ступенем чистоти). На інших ділянках якість води відповідала III класу якості вод «задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем чистоти. Спостерігається загальна нечітка, але більш виражена ніж за значеннями ТВІ тенденція погіршення якості води за течією річки з I класу до V класу якості.

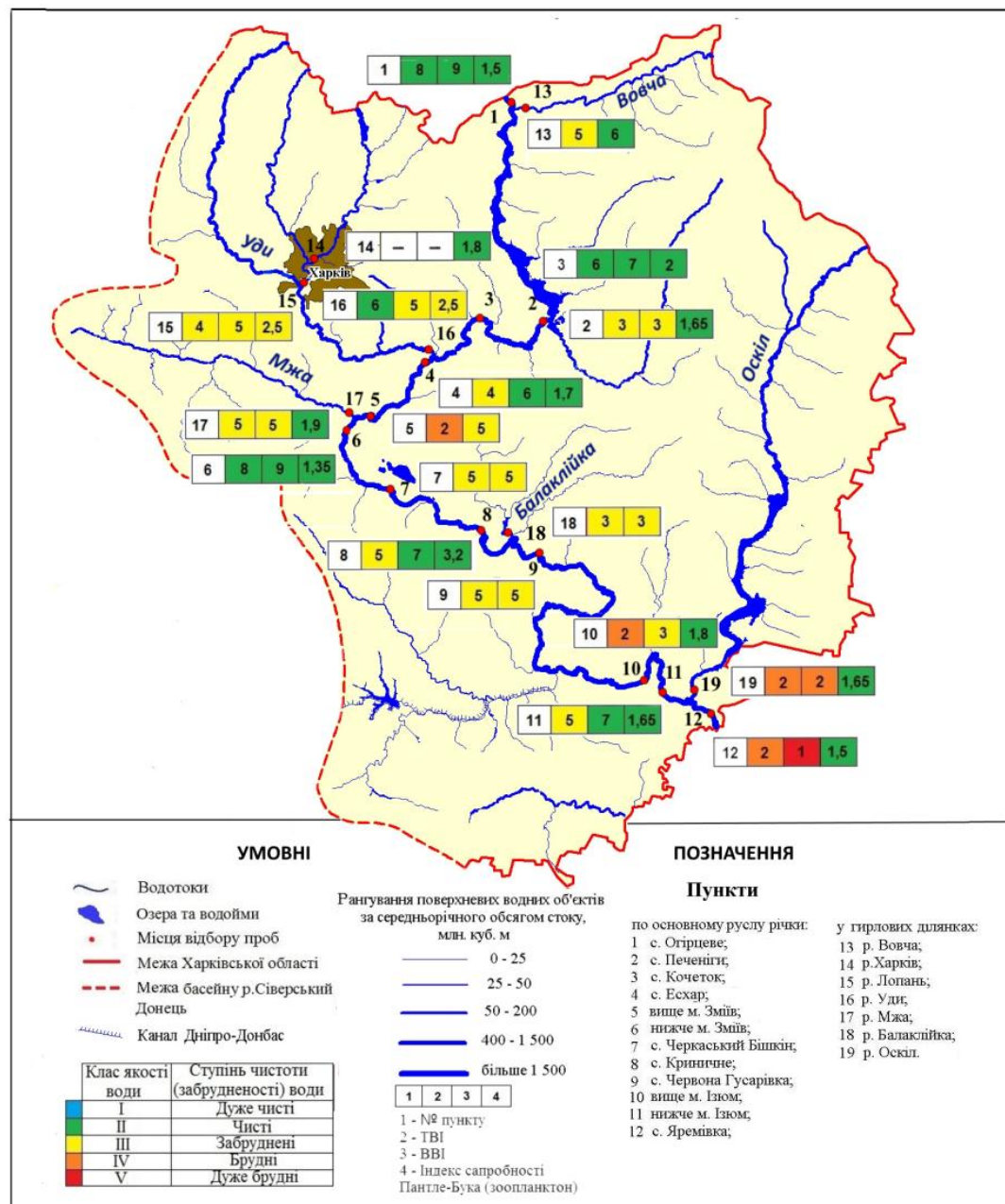


Рис. 4.1 Просторовий розподіл екологічного стану в басейні р. Сів. Донець у межах Харківської області за показниками зообентосу та зоопланктону

Характеристика стану р. Сіверський Донець у межах Харківської області за індексом сапробності за індикаторними видами зоопланктону (рис. 4.1), показала, що величини сапробіологічного індексу коливався від 1,35 (у пунктах с. Задонецьке, нижче м. Зміїв та с. Криничне) до 2,0 (с. Есхар), що відносить води до II класу «добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти.

У притоках найбільше органічне забруднення виявилось у річках Лопань та Уди, де сапробність досягала максимальної величини – 2,5 (III класу якості вод «задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем чистоти). Найкраща сапробіологічна ситуація спостерігалася у річці Мжі – 1,4 (II класу «добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти).

В цілому, за інтенсивністю органічного забруднення більшість пунктів у басейні р. Сіверський Донець та притоки р. Лопань і р. Уди належать до бета-мезосапробної зони, р. Мжа відноситься до олігосапробної зони.

Значення хлорофілу “а” фітопланктону (рис. 4.2.) коливалось у межах 3,2–3,8 мкг/дм<sup>3</sup>, тобто більшість пунктів на Сіверському Дінці та його притоках відносилися до межі оліготрофних та мезотрофних вод (II клас «добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти). Проте, у декількох пунктах відзначені екстремально високі концентрації, що відповідають евтрофним (р. Уди), та відносяться до III класу якості вод («задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем чистоти).

Показники біомаси фітопланктону коливались в межах 0,3–18,7 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 4.2). Найкращі значення показника були відмічені у притоках – 0,33 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мжа та р. Вовча) та 0,8 мг/дм<sup>3</sup> (р. Оскіл), що відповідає I класу «відмінні» за станом, «дуже чисті» за ступенем чистоти. Найгірші значення показників зафіксовані у верхній течії р. Сіверський Донець – 18,7 мг/дм<sup>3</sup> (с. Печеніги), що відповідає V класу «дуже погані» за станом, «дуже брудні» за ступенем чистоти та 7,25 (с. Огірцеве), що відповідає IV класу «погані» за станом, «брудні» за ступенем чистоти.

На підставі розрахунку індексу сапробності за фітопланктоном (рис. 4.2) було встановлено, що коливання індексу на досліджених ділянках відбувалося



від 1,6 (с. Огірцеве та с. Кочеток) до 2,5 (р. Уди), що відповідає  $\beta$ -мезосапробній зоні та за екологічною класифікацією відноситься до II класу «добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти та III класу якості вод «задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем чистоти.

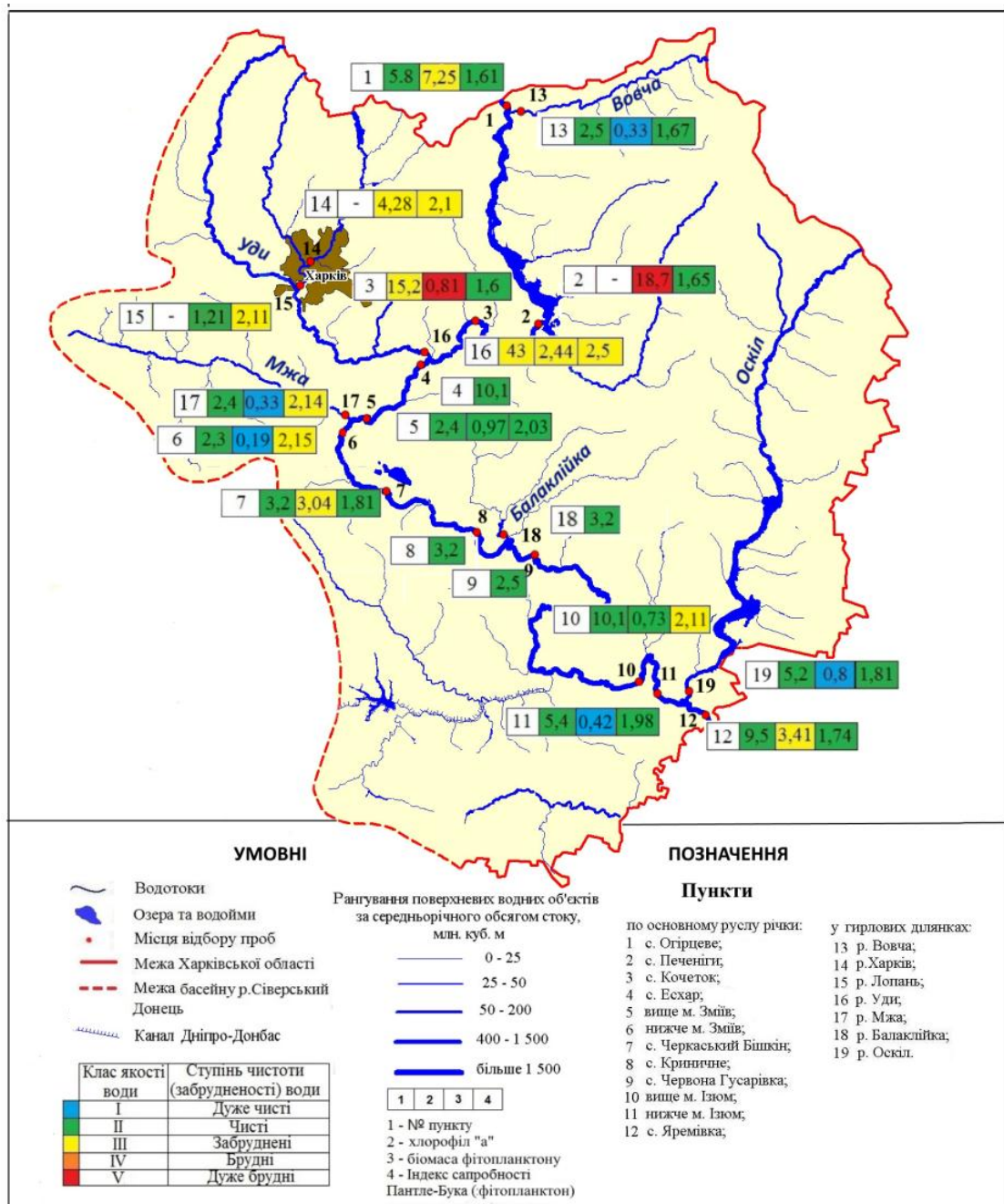


Рис. 4.2 Просторовий розподіл екологічного стану річок басейну р. Сів. Донець у межах Харківської області за показниками фітопланктону та хлорофілу «а»



В рамках проведених УКРНДІЕП експедицій [82], за участю автора, були проведені геоботанічні дослідження р. Сіверський Донець, які дозволили оцінити екологічний стан басейну річки та її основних приток у межах Харківської області із застосуванням даного методу MMOR [154, 160].

Для можливості обчислення MIR була запропонована класифікаційна таблиця (табл. 2.3) для чотирьох типів річок, басейну р. Сіверський Донець у Харківській області. Розроблена схема була використана в для типізації пунктів, які досліджувались, результати наведені у таблиці 4.1.

*Таблиця 4.1*

**Типізація пунктів відповідно фітоценотичного складу макрофітів  
для розрахунку MIR для рівнинних річок України**

Типізація річок за фітоценотичним складом макрофітів	Пункти
Річки з піщаним дном	На основному руслі р. Сіверський Донець: с. Огірцеве, 1 км нижче впадіння р. Вовча, с. Печеніги, смт. Кочеток. Гирлові ділянки приток: р. Оскіл та р. Вовча.
Річки з кам'янисто-гравієвим дном	На основному руслі р. Сіверський Донець: нижче м. Ізюм, вище м. Ізюм
Річки з високим природнім вмістом органічного субстрату	На основному руслі р. Сіверський Донець: нижче впадіння р. Уди, вище м. Зміїв, нижче м. Зміїв. Гирлові ділянки приток: р. Уди, р. Мжа, р. Балаклійка.
Великі річки низовин	На основному руслі р. Сіверський Донець: с. Черкаський Бішкін, с. Криничне, нижче м. Балаклія, с. Єремівка

У басейні р. Сіверський Донець на обстежених пунктах було виявлено 37 індикаторних видів макрофітів, з використанням яких були розраховані значення MIR для обстежених ділянок (табл. 4.2, рис. 4.3).

У басейні р. Сіверський Донець у межах Харківської області «добрий» екологічний стан водотоку, 2 клас, спостерігався в пунктах на основному руслі: с. Огірцеве, смт. Кочеток, нижче м. Зміїв, с. Криничне і нижче м. Ізюм, на гирлових ділянках – тільки на р. Вовча. «Задовільний» стан (3 клас) відзначено в пунктах на основному руслі: с. Печеніги, вище м. Зміїв, с. Черкаський Бишкін, нижче м. Балаклія, вище м. Ізюм, у пунктах на гирлових ділянках приток: р. Оскіл, р. Мож і р. Балаклійка. «Дуже поганий» стан (5 клас) відзначено лише в пунктах: нижче впадіння р. Уди та у с. Єремівка. Просторовий розподіл якості поверхневих вод, відповідно індексу MIR в басейні р. Сіверський Донець у межах Харківської області виконано з використанням картографічних методів запропонованих у роботах [79, 108].

Таблиця 4.2

**Оцінка екологічного стану річок басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області з використанням MIR**

№ з/п	Пункти	MIR	Клас (категорія)	Назва категорії	Трофічний статус
1	р. Сіверський Донець, с. Огірцеве	36,0	2(3)	Добрий	Мезотрофний
2	р. Вовча, гирло	37,9	2(3)	Добрий	Мезотрофний
3	р. Сіверський Донець, с. Печеніги	34,4	3(4)	Задовільний	Евтрофний
4	р. Сіверський Донець, смт. Кочеток	37,3	2(2)	Добрий	Мезотрофний
5	р. Уди, гирло с. Есхар	28,7	3(5)	Задовільний	Евтрофний
6	р. Сіверський Донець, нижче впадіння р. Уди	23,0	5(7)	Дуже поганий	Гіпертрофний

## Продовження таблиці 4.2

№ з/п	Пункти	MIR	Клас (категорія)	Назва категорії	Трофічний статус
7	р. Сіверський Донець, вище м. Зміїв	32,4	3(5)	Задовільний	Евтрофний
8	р. Мжа, гирло	34,8	3(4)	Задовільний	Евтрофний
9	р. Сіверський Донець, нижче м. Зміїв	35,1	2(3)	Добрий	Мезотрофний
10	р. Сіверський Донець, с. Черкаський Бішкін	33,2	3(4)	Задовільний	Евтрофний
11	р. Сіверський Донець, с. Криничне	36,6	2(2)	Добрий	Мезотрофний
12	р. Балаклійка, гирло	29,9	3(4)	Задовільний	Евтрофний
13	р. Сіверський Донець, нижче м. Балаклія	32,6	3(4)	Задовільний	Евтрофний
14	р. Сіверський Донець, вище м. Ізюм	32,4	3(4)	Задовільний	Евтрофний
15	р. Сіверський Донець, нижче м. Ізюм	37,0	2(2)	Добрий	Мезотрофний
16	р. Оскіл, гирло	27,8	3(4)	Задовільний	Евтрофний
17	р. Сіверський Донець, с. Єремівка	25,2	5(7)	Дуже поганий	Гіпертрофний

Результати застосування методу оцінки річок за допомогою макрофітів MOOR, виконані вперше для басейну річки Сіверський Донець, показали їх суттєву узгодженість з проведеними раніше оцінками екологічного стану річки Сіверський Донець за комплексними хімічними та біологічними методами. Це

свідчить про можливість застосування даного індексу, який дає об'єктивні результати.

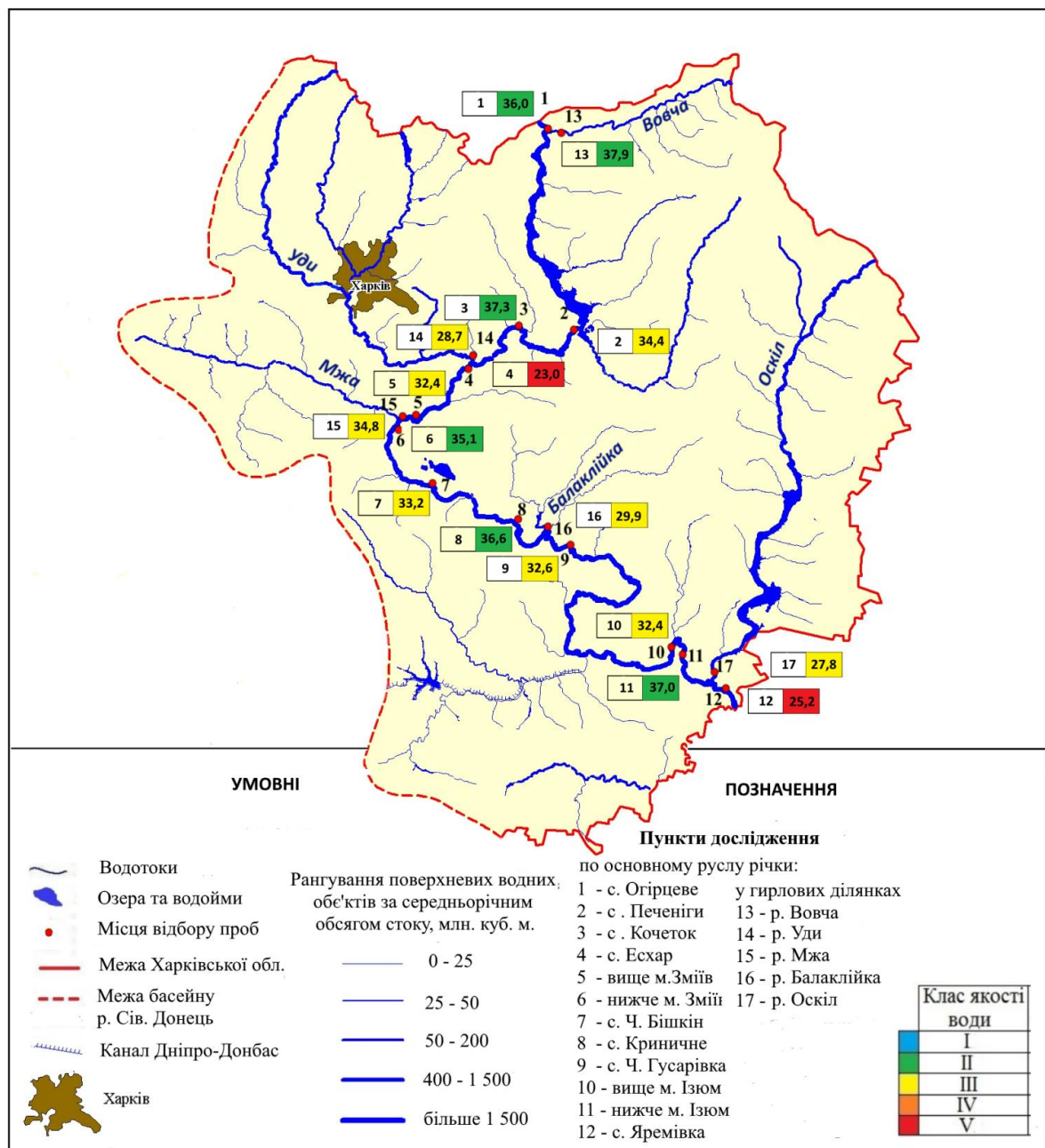


Рис. 4.3 Просторовий розподіл екологічного стану басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області за макрофітним показником MIR

Використання індикаторних видів макрофітів, зокрема за методом MOOR, дає можливість розширити перелік ефективних та маловитратних методів біоіндикації при оцінці екологічного стану поверхневих вод.

Використання цього методу також доцільне і в «Методиці екологічної

оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Метод дозволяє залучити для оцінки екологічного стану басейнових геосистем угруповання макрофітів, що в свою чергу робить екологічну оцінку якості поверхневих вод більш ґрунтовною.

#### **4.1.2 Визначення показників хімічного індексу**

Залежність просторового розподілу показників даного індексу запропоновано враховувати за допомогою картосхем гідрохімічного районування та відповідних розрахункових таблиць та картосхеми, які наведені у підрозділі 2.2 (рис. 2.2 та табл. 2.1).

Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод характеризують природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші та естуаріїв України.

Значення показників хімічного індексу ( $I_x$ ) за середніми значеннями показників (рис.4.4) свідчать, що води досліджуваних ділянок басейну річки Сіверський Донець у межах Харківської області в цілому відносяться до II та III класів якості вод і оцінюються як «добрі» та «задовільні» за станом, «чисті» та «забруднені» за ступенем чистоти (забрудненості). За середніми з найгірших величин води відносяться до III та IV класів якості вод і оцінюються як «задовільні» та «погані» за станом, та «забруднені» та «брудні» за ступенем чистоти (забрудненості).

Значення індексу показників сольового складу ( $I_c$ ) – за середніми значеннями показників коливались в межах II класу „добрі” за станом, „чисті” за ступенем чистоти (забрудненості) майже на всіх досліджених ділянках басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області. Особливістю територіального розподілу показників сольового складу води є чітка гідрохімічна зональність їх з півночі на південь, яка визначається фізико-географічними умовами.

Величини сольового індексу ( $I_c$ ) не перевищували 3 категорії практично

на всіх досліджених ділянках за виключенням гирлових ділянок р. Лопань та р. Уди. Це дає можливість стверджувати, що використання районування дозволяє більш коректно відображати екологічний стан завдяки врахуванню природної складової мінералізації.

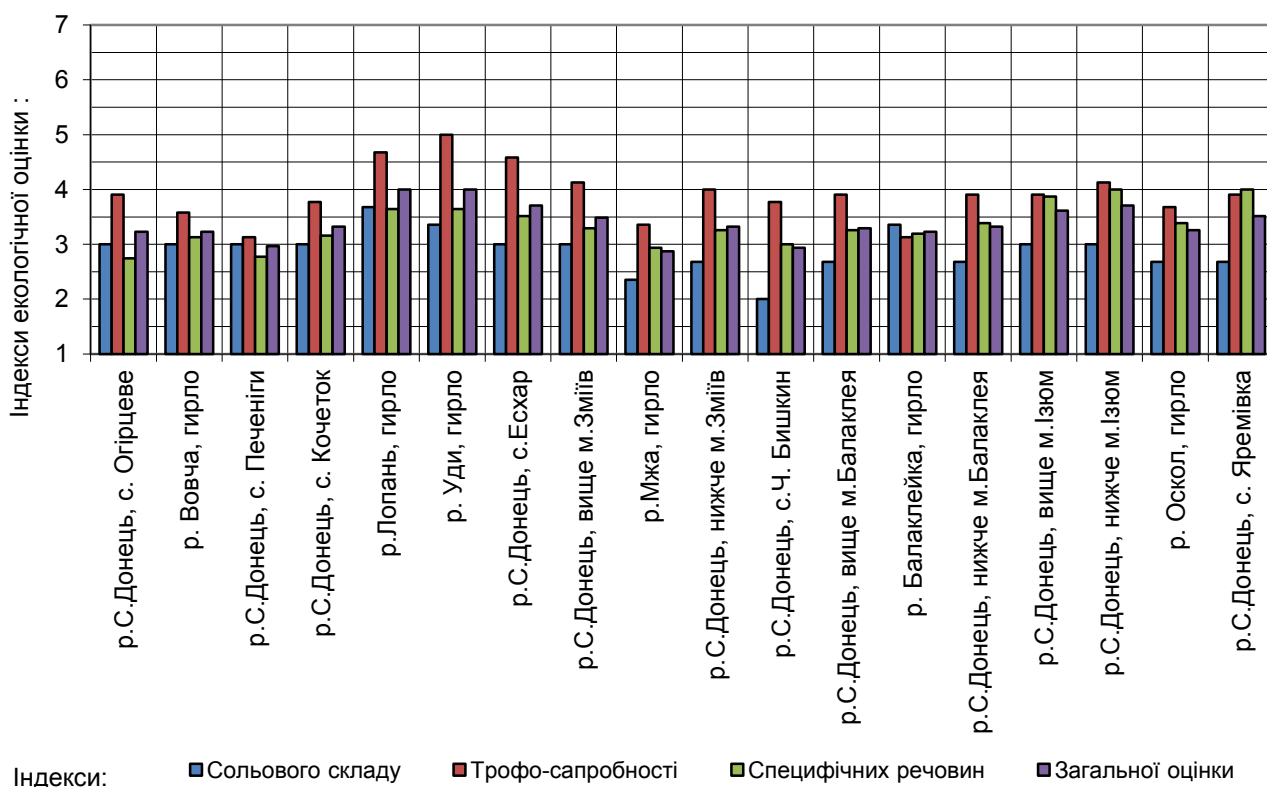


Рис. 4.4 Просторовий розподіл якості поверхневих вод за середніми значеннями хімічного підіндексу ( $I_x$ ) та його складових ( $I_c$ ,  $I_{TC}$ ,  $I_T$ ) у 2014 р.

За середніми величинами підблокових індексів хімічних трофо-сапробіологічних показників ( $I_{TC}$ ) та специфічних показників токсичної і радіаційної дії ( $I_T$ ), якість води на всіх пунктах спостереження досліджених ділянок річок за середніми значеннями показників характеризувалася III класом якості вод („задовільні”, за станом, „забруднені” за ступенем чистоти). За найгіршими величинами показників якість води коливалась у межах IV та V класу якості вод і оцінюються як „погані” та „дуже погані” за станом, та „брудні” та „дуже брудні” за ступенем чистоти (забрудненості) за рахунок

підвищених концентрацій фосфатів.

У 2010 р. спостерігалась дещо краща якість води майже на всіх пунктах. А саме, значення інтегральних екологічних індексів за найгіршими величинами не виходили за межі  $2,6 \leq I_E \leq 4,0$ , а найгірші –  $3,0 \leq I_E \leq 5,7$ , що дає можливість класифікувати якість води зазначених річок як проміжну між 3 та 4 категоріями («добрі» та «задовільні» за станом, «досить чисті» та «слабо забруднені» за ступенем чистоти) II-III класів якості вод за середніми значеннями та III класом якості вод («задовільні», за станом, «забруднені» за ступенем чистоти) за середніми з найгірших.

У 2014 р. значення інтегральних екологічних індексів за середніми величинами знаходилися у межах  $2,3 \leq I_E \leq 4,0$ , а за найгіршими –  $4,3 \leq I_E \leq 6,2$  (табл. 4.3).

Найгірші значення інтегральних екологічних індексів (4 категорія «досить чисті» та «слабо забруднені» за ступенем чистоти) у 2014 році за середніми величинами зафіксовано у пунктах р. Сіверський Донець: вище м. Ізюм; вище м. Зміїв; с. Яремівка та у гирлових ділянках річок: Харків, Лопань, Уди, Балаклійка та Оскіл.

Таким чином, з 2010 по 2014 роках стан якості води річок басейну Сіверського Дінця залишався незмінним (значення інтегрального екологічного індексу коливалось у межах у середньому  $\pm 0,4$  категорії).

#### **4.1.3 Визначення показників загального екологічного індексу**

Значення екологічного індексу ( $I_E$ ) за середніми значеннями показників на всіх досліджуваних ділянках басейну спостерігалися у межах II та III класів якості, такі води оцінюються як «добрі» та «задовільні» за станом, «чисті» та «забруднені» за ступенем чистоти (забрудненості). За середніми з найгірших значень ці води відносяться до III та IV класів якості та оцінюються як «задовільні» та «погані» за станом та «забруднені» та «брудні» за ступенем чистоти (забрудненості).

Значення екологічного індексу ( $I_E$ ) р. Сіверський Донець змінюється за течією. Спостерігається нечітка тенденція до збільшення як за середніми, так і за найгіршими показниками. Так, у пункті с. Огірцеве (кордон з РФ) у 2014 році  $I_E$  складав за середніми значеннями 3,0, що характеризує якість води на рівні II класу якості – «добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти (забрудненості), а у пункті с. Яремівка (межа з Донецькою обл.) – 3,8–4 категорія III класу якості води – «задовільні» за станом та «забруднені» за ступенем чистоти (забрудненості). За найгіршими значеннями спостерігався також перехід від 5 категорії III класу якості вод у пункті с. Огірцеве – «задовільні» за станом та «забруднені» за ступенем чистоти (забрудненості) до 6 категорії IV класу якості вод – «погані» за станом та «брудні» за ступенем чистоти (забрудненості) у пункті с. Яремівка.

З точки зору чутливості екологічної оцінки за хімічним та біологічним індексами, індекс біологічний ( $I_B$ ) виявився більш чутливим до реального екологічного стану екосистеми, про що свідчить більш суттєве зниження цього індексу порівняно з  $I_X$  відносно більш чистих ділянок та більш суттєве підвищення у антропогенно навантажених ділянках. Приміром, у р. Сіверський Донець (пункт с. Огірцеве)  $I_X$  дорівнює 3,2, а  $I_B$  – 2,8, у р. Вовча (гирло)  $I_X$  дорівнює 3,2, а  $I_B$  – 2,6, у р. Мжа (гирло)  $I_X$  дорівнює 3,2, а  $I_B$  – 3,0. Водночас, у р. Лопань (гирло)  $I_X$  дорівнює 3,8, а  $I_B$  – 4,4, у р. Уди (гирло)  $I_X$  дорівнює 4,0, а  $I_B$  – 4,5. Взагалі значення індексу біологічного ( $I_B$ ) мають більший діапазон змін у більшій кількості випадків.

Внаслідок особливостей визначення складової  $I_X$  не завжди можна визначити погіршення якісного стану (можливість зафіксувати у часі середньострокове погіршення стану екосистеми).

Складові, за якими розраховується  $I_B$ , більш чутливо відображають реальний стан екосистеми, особливо в місцях антропогенного навантаження.



Таблиця 4.3

## Значення розрахованих індексів за біологічними, хімічними та загальними показниками, 2014 р.

Найменування пункту	Значення показників											
	І <sub>х</sub>		І <sub>б</sub>		І <sub>е</sub>		Клас (категорія) якості води		Стан		Ступінь чистоти	
	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг
р. Сіверський Донець, с. Огірцеве	3,2	5	2,8	5	3,0	5	II(3)	III(5)	Добрі	Задовільні	Чисті	Забруднені
р. Сіверський Донець, с. Печеніги	3,0	4, 7	3,6	6	3,3	5,3	II(3)	III(5)	Добрі	Задовільні	Чисті	Забруднені
р. Сіверський Донець, с. Кочеток	3,3	4, 7	3,3	6	3,3	5,3	II(3)	III(5)	Добрі	Задовільні	Чисті	Забруднені
р. Сіверський Донець, с. Есхар	3,7	5,3	3,5	4	3,6	4, 7	III(4)	III(5)	Задовільні	Задовільні	Забруднені	Забруднені
р. Сіверський Донець, вище м. Зміїв	3,5	5	3,7	5	3,6	5	III(4)	III(5)	Задовільні	Задовільні	Забруднені	Забруднені
р. Сіверський Донець, нижче м. Зміїв	3,3	5	3	5	3,2	5	II(3)	III(5)	Добрі	Задовільні	Чисті	Забруднені
р. Сіверський Донець, с. Ч. Бишкін	3,0	4, 7	3,4	4	3,2	4,3	II(3)	III(4)	Добрі	Задовільні	Чисті	Забруднені
р. Сіверський Донець, с. Криничне	3,3	5,3	2,8	4	3,0	4, 7	II(3)	III(5)	Добрі	Задовільні	Чисті	Забруднені

Продовження таблиці 4.3

Найменування пункту	Значення показників											
	І <sub>Х</sub>		І <sub>Б</sub>		І <sub>Е</sub>		Клас (категорія) якості води		Стан		Ступінь чистоти	
	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг
р. Сіверський Донець, Ч. Гусарівка	3,3	5,3	3	4	3,2	4, 7	II(3)	III(5)	Добрі	Задо- вільні	Чисті	Забруд- нені
р. Сіверський Донець, вище м.Ізюм	3,6	5,7	4	6	3,8	5,8	III(4)	IV (6)	Задо- вільні	Погані	Забруд- нені	Брудні
р. Сіверський Донець, нижче м. Ізюм	3,7	5,7	3	5	3,4	5,3	II(3)	III(5)	Добрі	Задо- вільні	Чисті	Забруд- нені
р. Сіверський Донець, с. Яремівка	3,5	5,3	4,2	7	3,8	6,2	III(4)	IV (6)	Задо- вільні	Погані	Забруд- нені	Брудні
р. Вовча, гирло	3,2	5	2,6	4	2,9	4,5	II(3)	III(5)	Добрі	Задо- вільні	Чисті	Забруд- нені
р. Харків, гирло	3,5	6,0	4,0	4,0	3,8	5,0	III(4)	III(5)	Задо- вільні	Задо- вільні	Забруд- нені	Забруд- нені
р. Лопань, гирло	3,8	4,3	4,4	5	4,1	4, 7	III(4)	III(5)	Задо- вільні	Задо- вільні	Забруд- нені	Забруд- нені
р. Уди, гирло	4,0	5,3	4,5	5	4,3	5,2	III(4)	III(5)	Задо- вільні	Задо- вільні	Забруд- нені	Забруд- нені

Продовження таблиці 4.3

Найменування пункту	Значення показників											
	I <sub>X</sub>		I <sub>Б</sub>		I <sub>Е</sub>		Клас (категорія) якості води		Стан		Ступінь чистоти	
	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг	серед	найг
р. Мжа, гирло	3,2	5,3	3	4	3,1	4, 7	II(3)	III(5)	Добрі	Задо- вільні	Чисті	Забруд- нені
р. Балаклійка, гирло	4,0	5,3	4	5	4,0	5,2	III(4)	III(5)	Задо- вільні	Задо- вільні	Забруд нені	Забруд- нені
р. Оскіл, гирло	4,0	5, 7	3,8	6	3,9	5,8	III(4)	IV(6)	Задо- вільні	Погані	Забруд нені	Брудні
Середні значення	3,5	5,2	3,5	5	3,5	5,2	III(4)	III(5)	Задо- вільні	Задо- вільні	Забруд нені	Забруд- нені
максимальні значення	4,0	5,7	4,5	7	4,1	6,2	III(4)	IV (6)	Задо- вільні	Погані	Забруд нені	Брудні
мінімальні значення	3,0	4,7	2,6	4	2,9	4,3	II(3)	III(4)	Добрі	Задо- вільні	Чисті	Забруд- нені

Просторовий розподіл якості поверхневих вод за екологічним індексом у 2014 р. наведено на картосхемах (рис. 4.5-4.6).

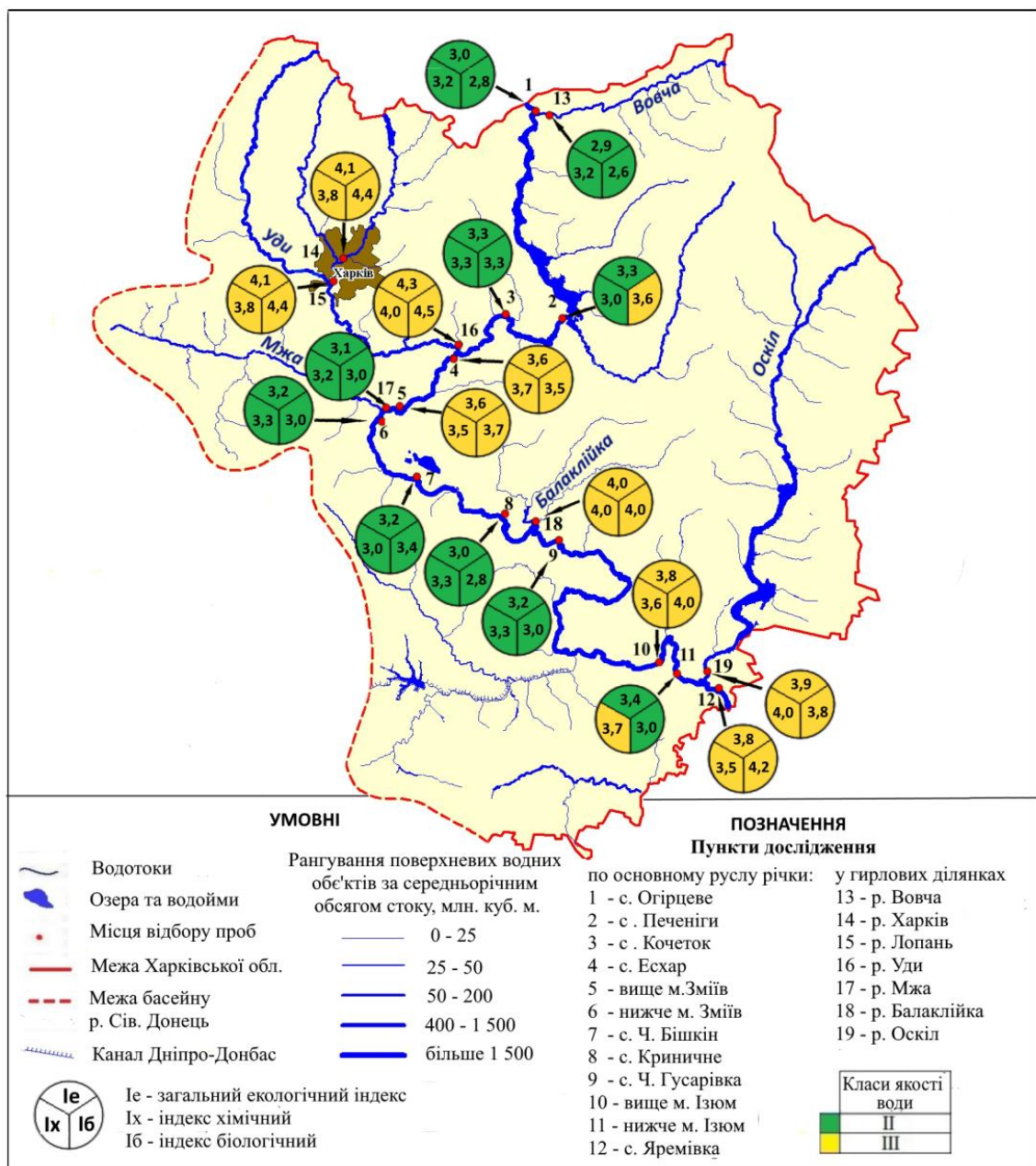


Рис. 4.5 Просторовий розподіл якості поверхневих вод за екологічним індексом за середніми значеннями у 2014 р.

Таким чином, проведена оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області, за вдосконаленою методикою [138] з використанням блоку гідробіологічних даних, отриманих на підставі експедиційних досліджень [82] свідчить, що запропонований метод є більш

чутливим завдяки урахуванню відгуку екосистеми, як зазначалось у роботах [93, 131, 132, 148]. Тобто, удосконалений автором метод більш об'єктивно відображає екологічний стан водного об'єкта – саме біологічний відгук екосистеми – на спричинені негативні впливи, якщо вони існують на даній ділянці.

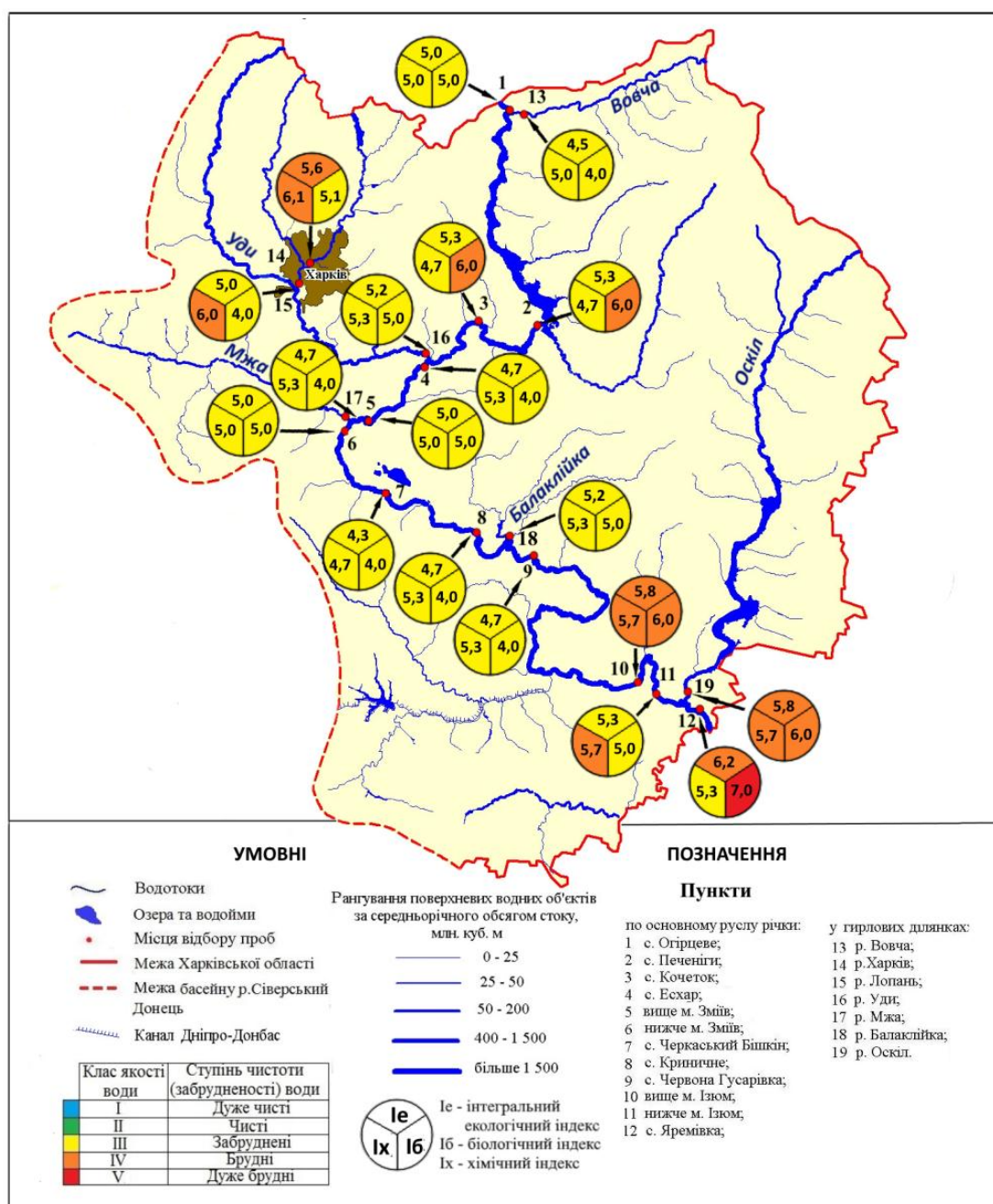


Рис. 4.6 Просторовий розподіл якості поверхневих вод за екологічним індексом за середніми з найгірших значеннями у 2014 р.

Цей підхід – з використанням біологічних показників – широко використовується в останні роки у країнах ЄС та регламентується ВРД й іншими супроводжуючими її виконання документами [62, 109]. Ці методи також використовуються в інших сусідніх країнах сьогодні [184-186].

Дана методика може бути рекомендована для практичного використання при вирішенні водоохоронних проблем, зокрема пов'язаних з обґрунтуванням водоохоронних заходів та їх пріоритизацією.

На підставі отриманих результатів екологічної оцінки стану поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області за вдосконаленою методикою можна зазначити:

- першочергову увагу необхідно звернути на поліпшення екологічного стану наступних ділянок Сіверського Дінця на основному руслі у пунктах с. Есхар ( $I_E$  дорівнює 3,6;  $I_X$  – 3,7;  $I_B$  – 3,5), вище м. Зміїв ( $I_E$  дорівнює 3,6;  $I_X$  – 3,5;  $I_B$  – 3,7), вище м. Ізюм ( $I_E$  дорівнює 3,8;  $I_X$  – 3,6;  $I_B$  – 4,0) та у с. Яремівка ( $I_E$  дорівнює 3,8;  $I_X$  – 3,5;  $I_B$  – 4,2), що відносяться до 4 категорії III класу якості води - „задовільні” за станом та „забруднені” за ступенем чистоти (забрудненості);

- а також на поліпшення екологічного стану гирлових ділянок приток Сіверського Дінця: р. Лопань ( $I_E$  дорівнює 4,1,  $I_X$  – 3,8, а  $I_B$  – 4,4), р. Уди ( $I_E$  дорівнює 4,3,  $I_X$  – 4,0, а  $I_B$  – 4,5), р. Харків ( $I_E$  дорівнює 3,8;  $I_B$  – 4,0;  $I_X$  – 3,5), р. Оскіл ( $I_E$  дорівнює 3,9;  $I_X$  – 3,8,  $I_B$  – 4,0;) та р. Балаклійка ( $I_E$  дорівнює 4,0;  $I_B$  – 4,0;  $I_X$  – 4,0);

- використання вдосконаленої методики екологічної оцінки якості поверхневих вод, застосованої у даному розділі, враховує гідрохімічне районування, зокрема, природне підвищення концентрацій компонентів сольового складу при розрахунках інтегрального екологічного індексу, дозволяє більш точно відобразити саме антропогенне навантаження на водні об'єкти, на відміну від методики [75].

## 4.2 Обґрунтування вибору пунктів для першочергового визначення екологічних нормативів

Для вибору пунктів встановлення першочергових екологічних нормативів розроблені та використані 5 критеріїв (підрозд. 2.2).

1. *Екологічний стан* (вибір ділянок повинен враховувати сучасний екологічний стан, особливо його погіршення до 4–7 категорії якості вод).

В якості найбільш репрезентативних значень стану екосистеми були взяті значення екологічного індексу ( $I_E$ ) за середніми значеннями показників. У басейні р. Сіверський Донець у межах Харківської області у 2014 році 4 категорія III-го класу якості води станом спостерігалась у наступних пунктах відбору (рис. 4.3):

- на основному руслі: п. №4 – с. Есхар, п. №5 – вище м. Зміїв, п. №10 вище м. Ізюм та п. №12 с. Яремівка;
- на притоках: п. №14 – р. Лопань, п. №15 – р. Уди, п. №17 – р. Балаклійка, п. №18 – р. Оскіл.

2. *Ландшафтна зональність* (ділянки повинні знаходитись в різних фізико-географічних зонах).

За даним критерієм було обрано чотири пункти для лісостепової зони та три пункти для степової зони (рис. 4.6).

Для лісостепової зони такими пунктами є:

- на основному руслі річки: п. №4 – с. Есхар, п. №5 – вище м. Зміїв;
- на притоках: п. №14 – р. Лопань, п. №15 – р. Уди.

Для степової зони обрано:

- на основному руслі річки: п. №10 – вище м. Ізюм та п. №12 – с. Яремівка;
- на притоках п. №18 – р. Оскіл.

3. *Ландшафтна репрезентативність* (водозбірна площа ділянки повинна знаходитись в місцях, де представлені характерні природно-територіальні комплекси (ПТК) для даного типу ландшафтів).

Пункт відбору має знаходитись у місцях, де представлені характерні ПТК для даного ландшафту. Опис типових природно-територіальних комплексів та їх розташування відносно обраних пунктів наведено у підрозд. 2.2.

*4. Гідрологічна репрезентативність.* Головними критеріями є відсутність безпосереднього впливу на гідрологічний режим на ділянці річки, зокрема:

- бокової приточності (цій умові не відповідають цій умові пункти на основному руслі річки: п. №4 – с. Есхар (впадіння р. Уди), п. №6 – вище м. Зміїв (впадіння р. Мож), п. №12 – с. Яремівка (впадіння р. Оскіл);
- зарегульованих ділянок (цій умові не відповідає лише п. на основному руслі річки п. №2 – с. Печеніги, оскільки пункт знаходиться нище Печенізького водосховища.

*5. Інформаційна забезпеченість* (наявність результатів систематичних спостережень та експедиційних досліджень).

Для виконання роботи були використані результати експедиційних спостережень за участю автора, які проведені з 2010 по 2014 роки, відомчі дані режимних гідрохімічних спостережень ХРУВР, гідробіологічних спостережень Центральної геофізичної обсерваторії, гідрологічних спостереження Українського гідрометеорологічного центру.

На основі запропонованих критеріїв були обрані такі пункти:

- в основному руслі річки: п. №5 – вище м. Зміїв та пункт №10 – вище м. Ізюм;
- гирлових ділянках приток: п. №16 – р. Уди та пункт №19 – р. Оскіл.

#### **4.3 Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод для басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області**

Під екологічним нормативом ми маємо на увазі науково-обґрунтовані значення показників (гідроморфологічних, гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, мікробіологічних, радіаційних та ін.) водних екосистем, які



відображають добрий екологічний стан водного об'єкта та цілі водоохоронної діяльності щодо поліпшення або збереження його екологічного благополуччя.

Під екологічним благополуччям екосистеми – стан екосистеми, який характеризується стабільністю її структурних характеристик, сталим функціонуванням та відтворенням основних компонентів, незважаючи на вплив антропогенних і природних чинників.

В якості критеріальної основи визначення екологічних нормативів якості води обрана екологічна класифікація якості поверхневих вод, представлена у вдосконаленій Методиці [138].

Екологічні нормативи повинні відповідати складу і властивостям води в водних об'єктах, враховувати значення гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних, токсикологічних показників та інших показників, які відображають особливості абіотичної та біотичної складових водних екосистем.

Екосистеми на території України, за характеристиками абіотичних параметрів і біотичних компонентів, досить різноманітні. Це обумовлено різноманіття ландшафтів, кліматичні характеристики, а також геолого-структурна і гідрогеологічні умови на водозбірній площі басейнів річок і озера. Природні процеси формування якості води на окремих водотоках і водоймах, а також на різних їх ділянках мають свої особливості. Внаслідок цього природні значення одних і тих же показників якості води в різних водних об'єктах, як правило, відрізняються між собою [98, 127].

У нашій роботі розглядаються допустимі екологічні нормативи ( $ЕН_d$ ), перевищення яких призведе до порушення екологічного благополуччя екосистеми і цільові екологічні нормативи ( $ЕН_{ц}$ ), як перспективні на досягнення яких повинна орієнтуватися водоохоронна стратегія.

Екологічні нормативи ( $ЕН_d$  і  $ЕН_{ц}$ ) пропонується встановлювати окремо для конкретних водних об'єктів, на підставі обробки багаторічних даних спостережень за гідрологічними, гідрохімічними і гідробіологічними даними з визначенням екологічного індексу, згідно удосконаленої Методики екологічної

оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, з урахуванням прогнозних моделей.

Кількісні значення кожного  $ЕН_d$  відповідають найбільш стабільним значенням показника якості води, що переважає в діапазоні мінливості його величини, найбільш повно і точно відповідає його природній характеристиці за умови збереження стабільного екологічного благополуччя екосистеми, і при цьому враховує сучасний стан водного об'єкта.

Значення  $ЕН_{\Sigma}$  відповідає найкращим значенням показника в діапазоні мінливості його величини і найбільш бажаних при водогосподарській діяльності і він досяжний за умови здійснення певного ряду водоохоронних заходів.

Екологічні нормативи встановлюються на підставі аналізу результатів обробки матеріалів ретроспективних гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, еколого-токсикологічних, радіоекологічних експедиційних досліджень та режимних спостережень. У цьому полягає принципова відмінність екологічних нормативів якості поверхневих вод від нормативів безпеки водокористування (ГДК) окремої шкідливої речовини [98, 127].

Алгоритм встановлення значень екологічних нормативів ( $ЕН$ ) для конкретного водного об'єкта складається з виконання наступних послідовних етапів (підрозд. 2.3).

#### **4.3.1 Багаторічна оцінка екологічного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області**

Для виконання етапу 2 «Оцінка екологічного індексу ( $I_E$ ) за відповідними категоріями за окремими показниками» наведеного алгоритму встановлення значень екологічних нормативів ( $ЕН$ ) була проведена оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець великого ряду даних у пунктах, обраних у п. 4.2, які потребують першочергового встановлення екологічних нормативів. А саме: на основному руслі річки були обрані такі пункти: пункт № 5 – вище м. Зміїв

та пункт № 10 вище м. Ізюм. У гирлових ділянках приток були обрані: пункт № 15 – р. Уди та пункт № 18 – р. Оскіл (рис. 4.7).

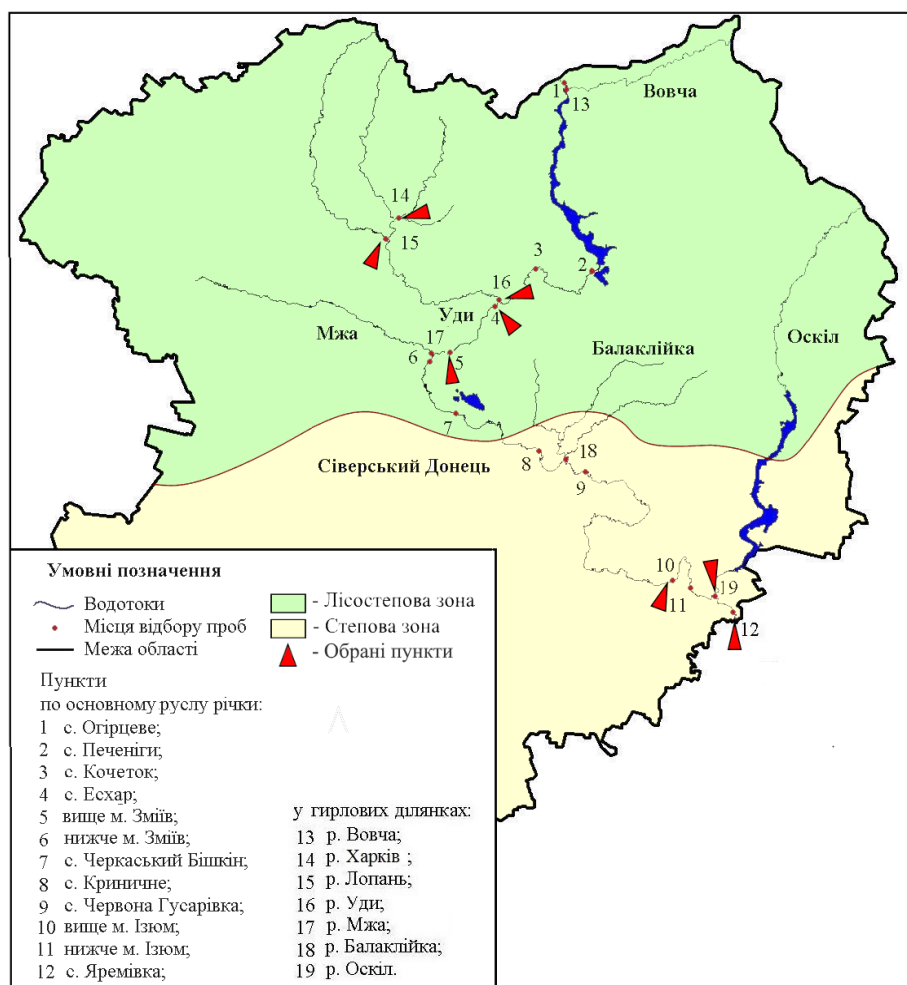


Рис. 4.7 Пункти з порушення екосистемою в басейні р. Сіверський Донець (Харківська область)

Відповідно до вдосконаленої Методики за даними аналітичного контролю якості поверхневих вод Харківської області за середніми значеннями показників за багаторічний період були розраховані екологічні індекси ( $I_E$ ), його складові : індекс хімічний ( $I_x$ ) та індекс біологічний ( $I_b$ ), а також коефіцієнти водності ( $K_B$ ). Отримані результати наведені у таблицях 4.5–4.8, та на рисунках 4.8–4.11.

За проведеною оцінкою, екологічний стан поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в пункті вище м. Зміїв у 1984 – 2015 роках перебував у

межах між 3 категорією – «добрі» («досить чисті води») і 4 категорією «задовільні» («слабо забруднені води»). До теперішнього моменту стан дещо покращився – з 2009 року не спостерігається перевищень 3 категорії якості поверхневих вод (табл. 4.4, рис. 4.8).

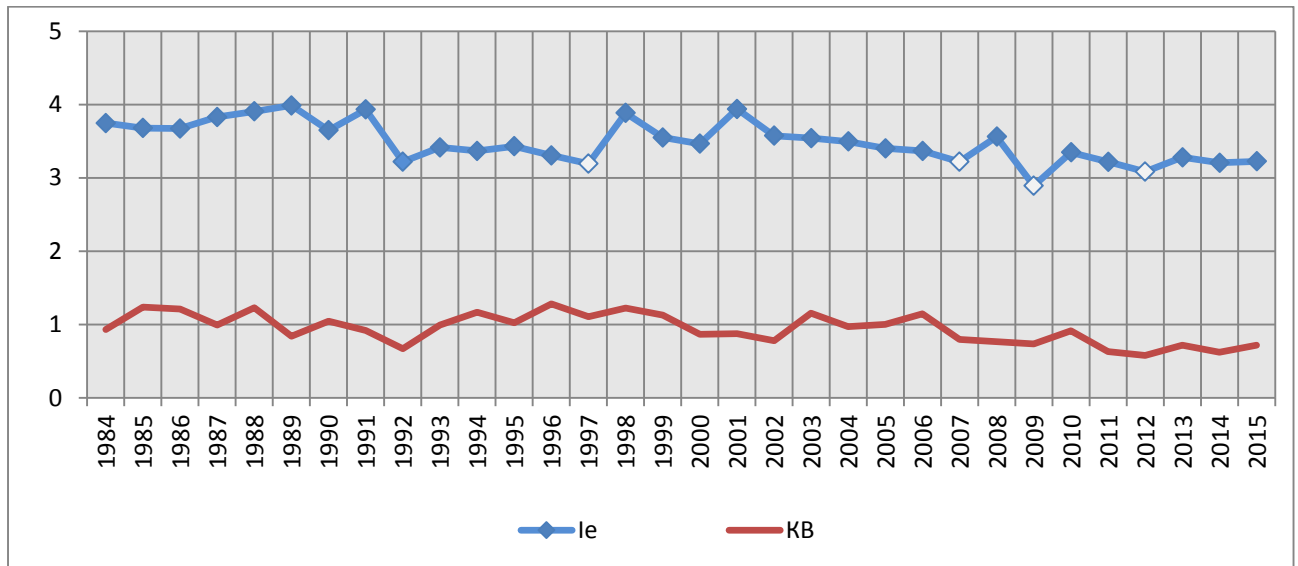


Рис. 4.8 Динаміка екологічного індексу ( $I_E$ ) та коефіцієнту водності ( $K_B$ ) в басейні р. Сіверський Донець, пункт вище м. Зміїв, 1984–2015 роки

Таблиця 4.4

**Динаміка екологічного стану та водності басейну р. Сіверський  
Донець, пункт вище м. Зміїв**

Рік	$I_X$	$I_B$	$I_E$	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	$K_B$
1984	3,19	4,3	3,75	4	задовільні	слабко забруднені	0,93
1985	3,06	4,3	3,68	4	задовільні	слабко забруднені	1,24
1986	3,04	4,3	3,67	4	задовільні	слабко забруднені	1,214
1987	3,36	4,3	3,83	4	задовільні	слабко забруднені	0,99
1988	3,51	4,3	3,91	4	задовільні	слабко забруднені	1,23
1989	3,64	4,33	3,99	4	задовільні	слабко забруднені	0,84
1990	3,3	4	3,65	4	задовільні	слабко забруднені	1,05
1991	3,06	4,8	3,93	4	задовільні	слабко забруднені	0,92
1992	3,44	3	3,22	3	добрі	достатньо чисті	0,67

*Продовження таблиці 4.4*

Рік	I <sub>X</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>E</sub>	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	КВ
1993	3,16	3,67	3,41	3	добрі	достатньо чисті	0,99
1994	3,03	3,7	3,37	3	добрі	достатньо чисті	1,17
1995	3,36	3,5	3,43	3	добрі	достатньо чисті	1,02
1996	3,11	3,5	3,31	3	добрі	достатньо чисті	1,28
1997	2,89	3,5	3,19	3	добрі	достатньо чисті	1,11
1998	3,1	4,67	3,88	4	задовільні	слабко забруднені	1,23
1999	2,77	4,33	3,55	4	задовільні	слабко забруднені	1,13
2000	2,93	4	3,47	3	добрі	достатньо чисті	0,86
2001	3,21	4,67	3,94	4	задовільні	слабко забруднені	0,87
2002	3,15	4	3,57	4	задовільні	слабко забруднені	0,78
2003	3,08	4	3,54	4	задовільні	слабко забруднені	1,16
2004	2,99	4	3,5	4	задовільні	слабко забруднені	0,97
2005	3,13	3,67	3,4	3	добрі	достатньо чисті	1,00
2006	3,06	3,67	3,37	3	добрі	достатньо чисті	1,15
2007	2,94	3,5	3,22	3	добрі	достатньо чисті	0,8
2008	3,12	4	3,56	4	задовільні	слабко забруднені	0,77
2009	3,04	2,75	2,89	3	добрі	достатньо чисті	0,73
2010	3,2	3,5	3,35	3	добрі	достатньо чисті	0,91
2011	3,19	3,25	3,22	3	добрі	достатньо чисті	0,63
2012	3,17	3	3,08	3	добрі	достатньо чисті	0,58
2013	3,31	3,25	3,28	3	добрі	достатньо чисті	0,72
2014	3,16	3,25	3,2	3	добрі	достатньо чисті	0,62
2015	3,2	3,25	3,23	3	добрі	достатньо чисті	0,72

У даному пункті найкращі значення екологічного індексу, при коефіцієнті водності (КВ) близькими до 1, спостерігалися в 1997, 2007, 2009 і 2012 роках. Тому для визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод були обрані саме ці роки, як орієнтовні для розрахунку екологічних нормативів.

За проведеною оцінкою, екологічний стан поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в пункті вище м. Ізюм у 1977–2015 роках перебував в

межах між 3 категорією – «добрі» («досить чисті води») і 4 категорією «задовільні» («слабо забруднені води»). До теперішнього моменту стан дещо покращився – з 1988 року не спостерігається перевищень 3 категорії якості поверхневих вод (табл. 4.5, рис. 4.9).

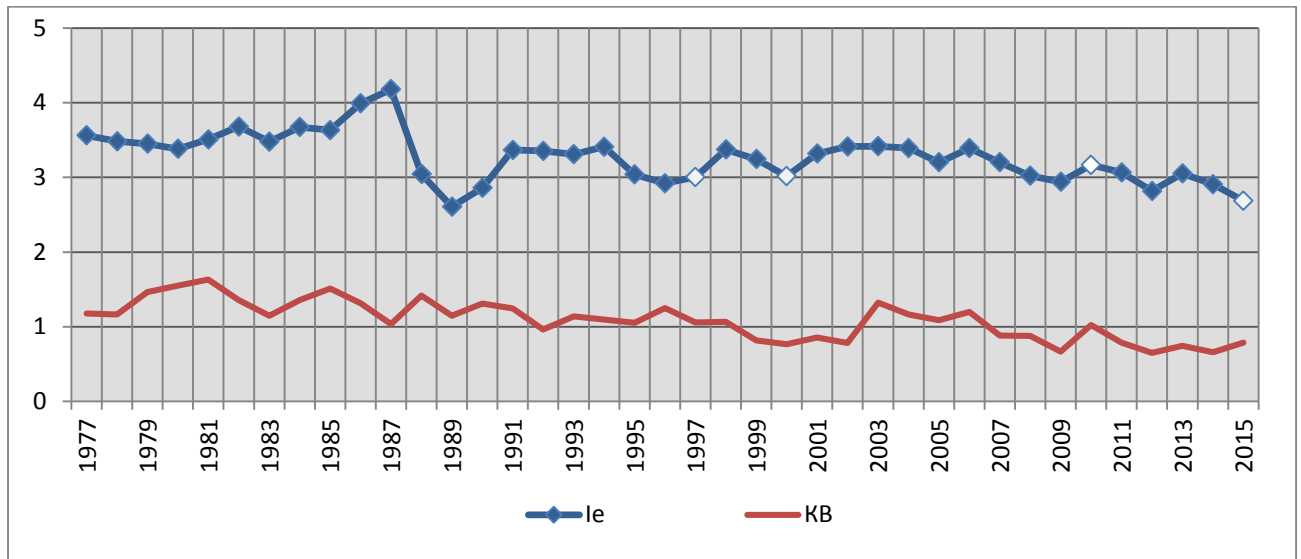


Рис. 4.9 Динаміка екологічного індексу ( $I_E$ ) та коефіцієнту водності (КВ) у басейні р. Сіверський Донець, пункт вище м. Ізюм, 1977–2015 роки

Таблиця 4.5

**Динаміка екологічного стану та встановленими екологічними  
індексами, пункт вище м. Ізюм**

Рік	$I_B$	$I_X$	$I_E$	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	КВ
1977	4,3	2,83	3,56	4	задовільні	слабо забруднені	1,18
1978	4,3	2,67	3,48	3	добрі	достатньо чисті	1,16
1979	4,3	2,6	3,45	3	добрі	достатньо чисті	1,47
1980	4,33	2,43	3,38	3	добрі	достатньо чисті	1,55
1981	4,33	2,68	3,51	4	задовільні	слабо забруднені	1,63
1982	4,50	2,86	3,68	4	задовільні	слабо забруднені	1,36
1983	4,80	2,16	3,48	4	задовільні	слабо забруднені	1,15
1984	5,10	2,25	3,68	4	задовільні	слабо забруднені	1,36
1985	5,30	1,97	3,63	4	задовільні	слабо забруднені	1,51

*Продовження таблиці 4.5*

Рік	I <sub>Б</sub>	I <sub>Х</sub>	I <sub>Е</sub>	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	КВ
1986	5,30	2,68	3,99	4	задовільні	слабко забруднені	1,31
1987	5,33	3,03	4,18	4	задовільні	слабко забруднені	1,04
1988	3,67	2,42	3,04	3	добрі	достатньо чисті	1,42
1989	3,50	1,72	2,61	3	добрі	достатньо чисті	1,15
1990	3,50	2,22	2,86	3	добрі	достатньо чисті	1,31
1991	4,67	2,07	3,37	3	добрі	достатньо чисті	1,24
1992	3,50	3,21	3,35	3	добрі	достатньо чисті	0,96
1993	3,67	2,95	3,31	3	добрі	достатньо чисті	1,14
1994	3,60	3,22	3,41	3	добрі	достатньо чисті	1,1
1995	3,00	3,08	3,04	3	добрі	достатньо чисті	1,05
1996	3,00	2,84	2,92	3	добрі	достатньо чисті	1,25
1997	3,50	2,51	3,00	3	добрі	достатньо чисті	1,06
1998	4,33	2,41	3,37	3	добрі	достатньо чисті	1,06
1999	4,33	2,16	3,25	3	добрі	достатньо чисті	0,82
2000	3,67	2,37	3,02	3	добрі	достатньо чисті	0,76
2001	4,33	2,3	3,32	3	добрі	достатньо чисті	0,86
2002	4,33	2,5	3,41	3	добрі	достатньо чисті	0,78
2003	4,33	2,5	3,42	3	добрі	достатньо чисті	1,32
2004	4,33	2,45	3,39	3	добрі	достатньо чисті	1,17
2005	4,00	2,41	3,2	3	добрі	достатньо чисті	1,09
2006	4,33	2,45	3,39	3	добрі	достатньо чисті	1,2
2007	4,00	2,41	3,20	3	добрі	достатньо чисті	0,88
2008	3,50	2,54	3,02	3	добрі	достатньо чисті	0,88
2009	3,25	2,63	2,94	3	добрі	достатньо чисті	0,67
2010	3,75	2,59	3,17	3	добрі	достатньо чисті	1,02
2011	3,50	2,63	3,07	3	добрі	достатньо чисті	0,79
2012	3,00	2,64	2,82	3	добрі	достатньо чисті	0,65
2013	3,33	2,77	3,05	3	добрі	достатньо чисті	0,74
2014	3,00	2,82	2,91	3	добрі	достатньо чисті	0,66
2015	3,00	2,54	2,72	3	добрі	достатньо чисті	0,89

У даному пункті найкращі значення екологічного індексу, при коефіцієнті водності ( $K_B$ ) рівним або менше 1, спостерігалися в 1997, 2000, 2010 і 2015 роках. Тому для визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод були обрані саме ці роки як орієнтовні для розрахунку екологічних нормативів.

За проведеною оцінкою, екологічний стан поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в пункті на гирловій ділянці р. Уди у 1985 - 2015 роках перебував у межах між 3 категорією – «добрі» («досить чисті води») та 4 категорією «задовільні» («слабо забруднені води»). До 1999 року категорія якості була стабільно 4 категорією «задовільні» («слабо забруднені води»). Сьогодні стан дещо покращився – з 2008 року не спостерігається перевищень 3 категорії якості поверхневих вод (табл. 4.6, рис. 4.10). Перевищення 3 категорії зафіксовано лише у 2001 році.

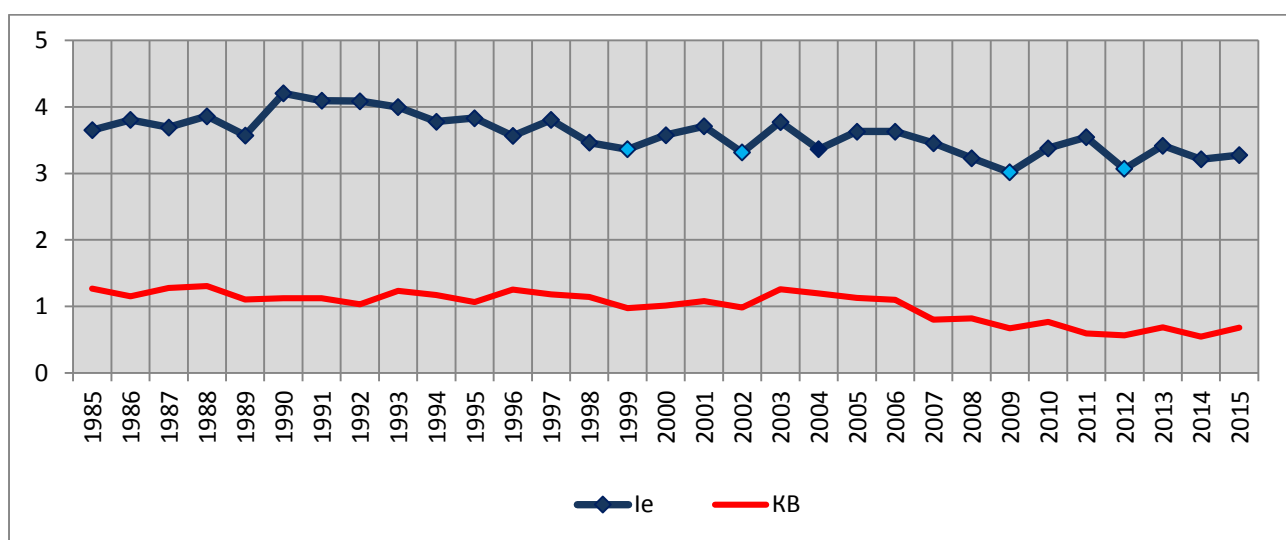


Рис. 4.10 Динаміка змін екологічного індексу ( $I_E$ ) та коефіцієнту водності ( $K_B$ ) у басейні р. Сів. Донець, гирлова ділянка р. Уди, 1985–2015 роки

Таблиця 4.6

**Динаміка екологічного стану та водності р. Уди (гирлова ділянка)**

Рік	$I_B$	$I_X$	$I_E$	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	$K_B$
1985	3,75	5,67	3,65	4	задовільні	слабо забруднені	1,27
1986	4	5,67	3,81	4	задовільні	слабо забруднені	1,16



*Продовження таблиці 4.6*

Рік	Iб	Iх	Iе	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	КВ
1987	3,75	5,67	3,69	4	задовільні	слабко забруднені	1,28
1988	4	5,67	3,86	4	задовільні	слабко забруднені	1,31
1989	3,75	5,33	3,57	4	задовільні	слабко забруднені	1,10
1990	5	5	4,20	4	задовільні	слабко забруднені	1,12
1991	4,67	4,67	4,09	4	задовільні	слабко забруднені	1,12
1992	4,4	5,33	4,09	4	задовільні	слабко забруднені	1,03
1993	4,33	5	4	4	задовільні	слабко забруднені	1,23
1994	4,1	4,67	3,78	4	задовільні	слабко забруднені	1,17
1995	4	4,67	3,83	4	задовільні	слабко забруднені	1,07
1996	3,5	5	3,56	4	задовільні	слабко забруднені	1,25
1997	4	5,33	3,81	4	задовільні	слабко забруднені	1,18
1998	3,5	5	3,46	4	задовільні	слабко забруднені	1,14
1999	3,5	4,67	3,36	3	добрі	достатньо чисті	0,98
2000	3,5	5,67	3,58	4	задовільні	слабко забруднені	1,01
2001	3,5	5,67	3,71	4	задовільні	слабко забруднені	1,08
2002	3	5,67	3,31	3	добрі	достатньо чисті	0,98
2003	4	5,33	3,78	4	задовільні	слабко забруднені	1,26
2004	3	5,33	3,36	3	добрі	достатньо чисті	1,2
2005	3,5	5,67	3,63	4	задовільні	слабко забруднені	1,13
2006	3,5	5,67	3,63	4	задовільні	слабко забруднені	1,1
2007	3,33	5,33	3,46	4	задовільні	слабко забруднені	0,80
2008	2,67	5,33	3,23	3	добрі	достатньо чисті	0,82
2009	2,33	5,33	3,01	3	добрі	достатньо чисті	0,67
2010	3	5,33	3,38	3	добрі	достатньо чисті	0,77
2011	3,33	5,67	3,55	4	задовільні	слабко забруднені	0,59
2012	2,33	5,67	3,07	3	добрі	достатньо чисті	0,56
2013	3	5,67	3,42	3	добрі	достатньо чисті	0,69
2014	2,67	5,67	3,21	3	добрі	достатньо чисті	0,54
2015	2,67	5,67	3,28	3	добрі	достатньо чисті	0,68

У даному пункті найкращі значення екологічного індексу, при коефіцієнті водності ( $K_B$ ) рівним або менше 1 спостерігалися в 1997, 2007, 2009 і 2012 роках. Тому для визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод були обрані саме ці роки як орієнтовні для розрахунку екологічних нормативів.

За проведеною оцінкою, екологічний стан поверхневих вод басейну річки Оскіл у гирловій ділянці з 1977 по 1991 роки перебував у межах між 3 категорією – «добрі» («досить чисті води») та 4 категорією «задовільні» («слабо забруднені води»). До теперішнього моменту стан дещо покращився – з 2002 року не спостерігається перевищень 3 категорії якості поверхневих вод (табл. 4.7, рис. 4.11).

Таблиця 4.7

**Динаміка екологічного стану та водності р. Оскіл (гирлова ділянка)**

Рік	$I_B$	$I_X$	$I_E$	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	$K_B$
1977	4.3	3.0	3.7	4	задовільні	слабо забруднені	1.07
1978	4.3	2.4	3.4	3	добрі	достатньо чисті	1.07
1979	4.3	2.9	2.9	3	добрі	достатньо чисті	1.33
1980	4.3	2.4	3.4	3	добрі	достатньо чисті	1.45
1981	4.5	2.5	3.5	4	задовільні	слабо забруднені	1.61
1982	4.5	2.7	3.6	4	задовільні	слабо забруднені	1.08
1983	4.5	2.7	3.6	4	задовільні	слабо забруднені	0.97
1984	4.5	2.6	3.6	4	задовільні	слабо забруднені	0.66
1985	4.3	2.5	3.4	3	добрі	достатньо чисті	0.97
1986	4.3	2.7	3.5	4	задовільні	слабо забруднені	1.25
1987	4.3	2.7	3.5	4	задовільні	слабо забруднені	0.83
1988	4.3	2.9	3.6	4	задовільні	слабо забруднені	1.07
1989	4	3.1	3.5	4	задовільні	слабо забруднені	0.74
1990	4	2.9	3.5	4	задовільні	слабо забруднені	0.82
1991	5	2.4	3.7	4	задовільні	слабо забруднені	0.85
1992	4.2	2.4	3.3	3	добрі	достатньо чисті	0.65
1993	3.67	2.8	3.2	3	добрі	достатньо чисті	1.32

*Продовження таблиці 4.7*

Рік	I <sub>Б</sub>	I <sub>Х</sub>	I <sub>Е</sub>	Категорія	Назва категорії за їх станом	Назва категорії за ступенем їх чистоти	КВ
1994	3.67	2.5	3.1	3	добрі	достатньо чисті	1.55
1995	3.7	2.5	3.1	3	добрі	достатньо чисті	1.07
1996	3.7	2.4	3.1	3	добрі	достатньо чисті	1.47
1997	4	2.5	3.3	3	добрі	достатньо чисті	0.92
1998	4	2.2	3.1	3	добрі	достатньо чисті	1.05
1999	4	2.3	3.2	3	добрі	достатньо чисті	0.99
2000	4	2.7	3.4	3	добрі	достатньо чисті	0.78
2001	4	2.5	3.2	3	добрі	достатньо чисті	0.62
2002	3.5	2.6	3.0	3	добрі	достатньо чисті	0.70
2003	3	2.7	2.8	3	добрі	достатньо чисті	0.85
2004	3	2.5	2.7	3	добрі	достатньо чисті	0.68
2005	2.5	2.6	2.5	3	добрі	достатньо чисті	0.71
2006	3.5	2.6	3.1	3	добрі	достатньо чисті	0.85
2007	2.67	2.8	2.7	3	добрі	достатньо чисті	0.87
2008	2.67	3.1	2.9	3	добрі	достатньо чисті	0.83
2009	2.67	2.9	2.8	3	добрі	достатньо чисті	0.65
2010	3	3.1	3.1	3	добрі	достатньо чисті	0.86
2011	3	3.2	3.1	3	добрі	достатньо чисті	0.60
2012	3	2.9	2.9	3	добрі	достатньо чисті	0.75
2013	3.33	2.8	3.1	3	добрі	достатньо чисті	0.79
2014	2.33	2.8	2.6	3	добрі	достатньо чисті	0.69
2015	3	2.5	2.7	3	добрі	достатньо чисті	0.68

У даному пункті найкращі значення екологічного індексу, при коефіцієнті водності (К<sub>В</sub>) рівним або менше 1, спостерігалися в 2005, 2007, 2009 і 2014 роках. Тому для визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод були обрані саме ці роки як орієнтовні.

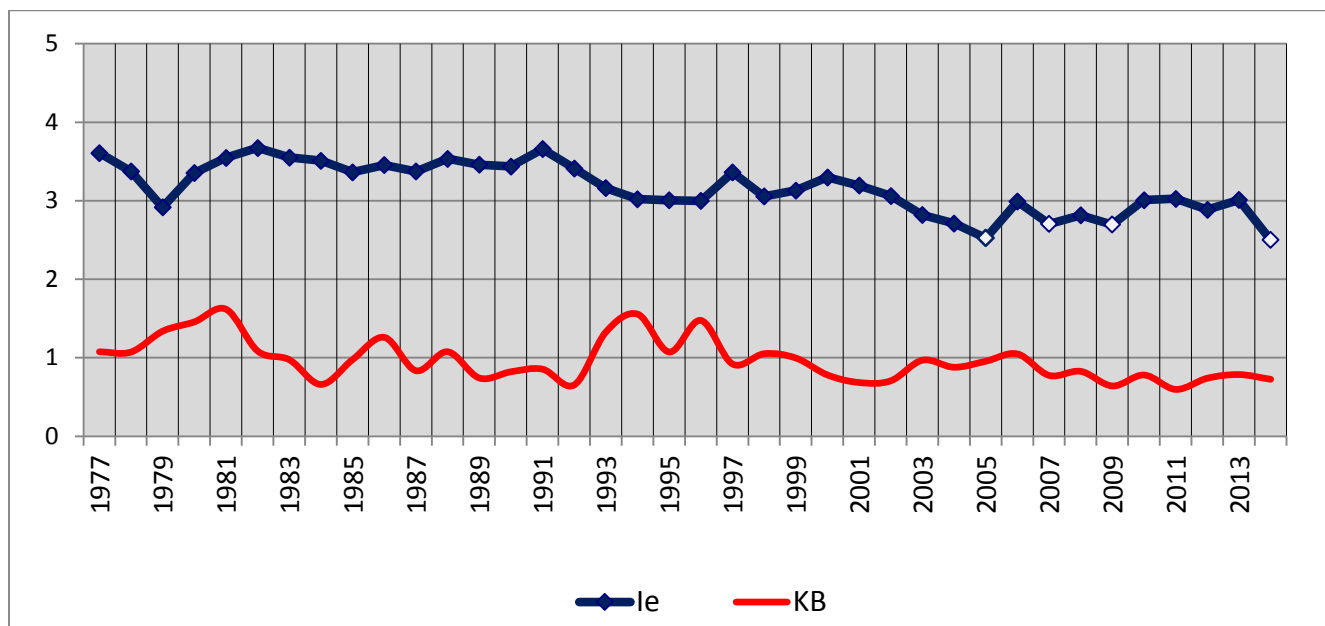


Рис. 4.11 Динаміка екологічного індексу ( $I_E$ ) та коефіцієнту водності ( $K_B$ ) у басейні р. Сіверський Донець, гирлова ділянка р. Оскіл, 1977–2014 роки

#### 4.3.2 Прогнозування значень показників поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області

При побудові прогнозової моделі екологічного стану поверхневих вод використовується метод Хольта-Уінтерс, для вирішення завдання прогнозування часового ряду з урахуванням сезонності [146]. Результати прогнозних значень наведені в додатку В.

Використання прогнозних значень необхідно для уточнення значень екологічного нормативу, а також для правильного планування водогосподарської діяльності, в тому числі і розробки науково-обґрунтованих природоохоронних заходів, які будуть спрямовані на вирішення прогнозованих проблем за відповідними показниками.

Оптимальні параметри значень коефіцієнтів  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  підбиралися шляхом мінімізації середньоквадратичної похибки прогнозу розподілу поля концентрації. Середньоквадратичні похибки лежали у межах  $\pm 0,1$ .

На основі прогнозних значення показників у пункт вище м.Зміїв р.Сіверський Донець, на 2025 рік передбачається тенденція до погіршення за

такими показниками:

- сульфатів – з 198 мг/дм<sup>3</sup> (2 клас (3 категорія)) до 236 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія));
- ХСК – з 25,1 мг/дм<sup>3</sup> (2 клас (3 категорія)) до 29,4 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія));
- розчиненого кисню – з 7,82 мг/дм<sup>3</sup> (2 клас (3 категорія)) до 6,57 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія));

Поліпшення прогнозується за показником – Іс зоопланктону з 1,6 (2 клас (3 категорія)) до 1,3 (2 класу (2 категорії)).

За прогнозними значеннями показників у пункті *вище м. Ізюм* р. Сіверський Донець на 2025 рік передбачається тенденція до погіршення за такими показниками:

- азоту амонійного 0,29 мг/дм<sup>3</sup> (2 класу (3 категорії)) до 0,39 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія));
- сульфатів – з 328 мг/дм<sup>3</sup> до 376 мг/дм<sup>3</sup>, що не перевищує меж 3 класу (5 категорії) але є суттєвим відносно віддаленої ретроспективи;
- цинку з 0,021 мг/дм<sup>3</sup> (2 клас (3 категорія)) до 0,036 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія));

Поліпшення прогнозується за показником:

- азоту нітратного з 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія)) до 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (2 класу (3 категорії));
- заліза загального з 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія)) до 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (2 клас (2 категорія)).

Прогнозні значення показників у пункті *Есхар р. Уди*, не передбачають тенденцію до погіршення за жодним показником.

Поліпшення прогнозується за показником БСК<sub>5</sub> – з 4,1 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (5 категорія)) до 2,39 мг/дм<sup>3</sup> (3 клас (4 категорія)).

За допомогою прогнозних значень показників якості поверхневих вод басейну *р. Оскіл* на 2025 рік передбачаються погіршення за такими показниками:

- фосфору фосфатів – від 0,27 мг/дм<sup>3</sup> 4 клас (6 категорія) до 0,4 мг/дм<sup>3</sup> 5 клас (7 категорія),
- азоту амонійного – 0,31 мг/дм<sup>3</sup> 2 класу (3 категорія) до 0,38 мг/дм<sup>3</sup> 3 клас (4 категорія).

#### **4.3.3 Розрахунок екологічних нормативів поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області**

На основі обраних періодів з найкращими екологічними індексами якості поверхневих вод. У таблицях 4.9–4.12 наведені значення показників на основі яких були розраховані екологічні нормативи якості поверхневих вод для відповідних ділянок.

Розрахунок значень екологічних нормативів проводилось у 3 етапи:

- встановлення значень допустимих екологічних нормативів (ЕН<sub>д</sub>) для окремих показників якості води на основі визначення середнього значення даних показників з ряду спостережень в обрані гідрологічні періоди і їх прогнозних величин;
- встановлення значень цільових екологічних нормативів (ЕН<sub>ц</sub>) для окремих показників якості води на основі визначення мінімальних значень даних показників з ряду спостережень в обрані гідрологічні періоди, з урахуванням їх прогнозних величин ;
- встановлення відповідної категорії якості поверхневих вод відповідно значенням ЕН<sub>д</sub> і ЕН<sub>ц</sub> для визначення основних показників погіршення екологічного стану водного об'єкта.

Допустимі екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у пункті вище м. Зміїв (лісостепова зона) (табл. 4.8) відносяться до:

- 2 класу за 8 показниками (мінералізація, сульфати, хлориди, завислі речовини, рН , марганець, цинк, І<sub>с</sub> (зоопланктон));
- 3 класу за 10 показниками (азот амонійний, азот нітритний,

розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>, ХСК, СПАР, нафтопродукти, залізо загальне, мідь, І<sub>с</sub> (фітопланктон));

- 5 класу за 2 показниками (азот нітратний, фосфор фосфатів).

Цільові екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у пункті вище м. Зміїв відносяться до:

- 1 класу за 7 показниками (хлориди, завислі речовини, рН, марганець, цинк, залізо загальне, мідь,);
- 2 класу за 9 показниками (мінералізація, сульфати, азот амонійний, розчинений кисень, ХСК, СПАР, нафтопродукти, І<sub>с</sub> (зоопланктон), І<sub>с</sub> (фітопланктон));
- 3 класу за 2 показниками (азот нітритний, БСК<sub>5</sub>);
- 4 класу за 1 показником (азот нітратний);
- 5 класу за 1 показником (фосфор фосфатів).

Таблиця 4.8

**Екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець, пункт вище м. Зміїв (лісостепова зона)**

№ з/п	Показник	1997	2007	2009	2012	Прогноз на 2025р	ЕН <sub>д</sub>	Клас (катег)	ЕН <sub>ц</sub>	Клас (катег)
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	609	626	724	624	716	<b>646</b>	2(2)	<b>609</b>	2(2)
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	109,3	177,3	148,1	174,5	236	<b>152</b>	2(3)	<b>101</b>	2(3)
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	45,8	58,1	74,7	57,1	60,4	<b>60</b>	2(2)	<b>46</b>	1(1)
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,53	0,15	0,1	0,33	0,075	<b>0,28</b>	3(5)	<b>0,08</b>	2(2)
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,054	0,015	0,01	0,033	0,014	<b>0,03</b>	3(5)	<b>0,01</b>	3(4)
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	2,37	3,42	3,36	3,07	3,96	<b>3,06</b>	5(7)	<b>1,65</b>	4(6)
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,5	0,67	0,69	0,512	0,77	<b>0,59</b>	5(7)	<b>0,5</b>	5(7)

Продовження таблиці 4.8

№ з/п	Показник	1997	2007	2009	2012	Прогноз на 2025р	ЕН <sub>д</sub>	Клас (катег)	ЕН <sub>ц</sub>	Клас (катег)
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	9,43	4,49	10,25	3,82	1,93	<b>7,0</b>	2(2)	<b>1,93</b>	1(1)
9.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	7,28	6,54	8,39	7,64	6,57	<b>6,54</b>	3(4)	<b>7,46</b>	2(2)
10.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	3,3	2,55	2,38	2,9	3,96	<b>2,78</b>	3(4)	<b>2,38</b>	3(4)
11.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	-	23,7	34,7	22,1	29,4	<b>26,9</b>	3(4)	<b>22,1</b>	2(3)
12.	рН, од.	8,12	7,95	8,15	7,9	7,91	<b>8</b>	2(3)	<b>7</b>	1(1)
13.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,014	0,013	0,011	0,021	0,012	<b>0,015</b>	3(4)	<b>0,01</b>	2(3)
14.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,096	0,053	0,183	0,171	<b>0,1</b>	3(5)	<b>0,05</b>	2(3)
15.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,101	0,113	0,16	0,3	<b>0,16</b>	3(4)	<b>0,04</b>	1(1)
16.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,014	0,009	0,017	0,019	0,027	<b>0,015</b>	2(2)	<b>0,009</b>	1(1)
17.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,004	0,002	0,004	0,007	<b>0,003</b>	3(4)	<b>0,001</b>	1(1)
18.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,018	0,006	0,013	0,01	0,014	<b>0,012</b>	2(2)	<b>0,006</b>	1(1)
19.	Іс (фітопланктон)	2,28	2,08	2,03	2,17	2,08	<b>2,14</b>	3(4)	<b>1,92</b>	2(3)
20.	Іс (зоопланктон)	1,67	1,54	1,7	1,45	1,3	<b>1,59</b>	2(2)	<b>1,3</b>	2(2)

Допустимі екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у пункті вище м. Ізюм (степова зона) (табл. 4.9) відносяться до:

- 1 класу за 3 показниками (мінералізація, хлориди, розчинений кисень);
- 2 класу за 11 показниками (азот амонійний, завислі речовини, ХСК, рН, СПАР, нафтопродукти, залізо загальне, мідь, марганець, цинк, Іс (зоопланктон));
- 3 класу за 4 показниками (сульфати, азот нітритний, БСК<sub>5</sub>, Іс



(фітопланктон));

- 4 класу за 1 показником (азот нітратний);
- 5 класу за 1 показником (фосфор фосфатів).

Цільові екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець у пункті вище м. Зміїв відносяться до:

- 1 класу за 7 показниками (хлориди, завислі речовини, рН , марганець, цинк, залізо загальне, мідь,);
- 2 класу за 9 показниками (мінералізація, сульфати, азот амонійний, розчинений кисень, ХСК, СПАР, нафтопродукти, І<sub>с</sub> (зоопланктон), І<sub>с</sub> (фітопланктон));
- 3 класу за 2 показниками (азот нітритний, БСК<sub>5</sub>);
- 4 класу за 1 показником (азот нітратний);
- 5 класу за 1 показником (фосфор фосфатів).

Таблиця 4.9

**Екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець, пункт вище м. Ізюм (степова зона)**

№ з/п	Показник	1997	2000	2008	2015	Прогноз на 2025р	ЕН <sub>д</sub>	Клас (катег)	ЕН <sub>ц</sub>	Клас (катег)
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	737	730	777	849	917	<b>802</b>	1(1)	<b>730</b>	1(1)
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	273	269	314	328	376	<b>312</b>	3(5)	<b>269</b>	3(4)
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	84	69	72	81	90	<b>79</b>	1(1)	<b>69</b>	1(1)
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,2	0,12	0,24	0,28	0,39	<b>0,25</b>	2(3)	<b>0,12</b>	2(2)
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,074	0,021	0,026	0,016	0,01	<b>0,029</b>	3(5)	<b>0,01</b>	3(4)
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,442	0,607	2,09	2,06	2,92	<b>1,62</b>	4(6)	<b>0,442</b>	2(3)
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	-	-	0,5068	0,724	0,77	<b>0,67</b>	5(7)	<b>0,507</b>	5(7)

Продовження таблиці 4.9

№ з/п	Показник	1997	2000	2008	2015	Прогноз на 2025р.	ЕН <sub>д</sub>	Клас (катег)	ЕН <sub>ц</sub>	Клас (катег)
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	15	6,1	7	8,7	8,15	<b>8,99</b>	2(2)	<b>6,1</b>	2(2)
9.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	8,9	11,1	8,97	9,5	8,89	<b>9,47</b>	1(1)	<b>8,89</b>	1(1)
10.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	3,7	3,36	3,46	3,5	3,98	<b>3,6</b>	3(4)	<b>3,36</b>	3(4)
11.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	-	15	16,5	19,4	24,1	<b>18,8</b>	2(3)	<b>15</b>	2(2)
12.	рН , од.	8	7,96	7,9	8,28	8,3	<b>8,1</b>	2(2)	<b>7,9</b>	2(2)
13.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,015	0,004	0,03	0,025	0,013	<b>0,017</b>	2(3)	<b>0,004</b>	2(2)
14.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,018	0	0	0	0,01	<b>0,006</b>	2(2)	<b>0</b>	1(1)
15.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,27	0,17	0,18	0,11	0,06	<b>0,16</b>	2(3)	<b>0,06</b>	2(2)
16.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,023	0,052	0,04	<b>0,031</b>	2(3)	<b>0,02</b>	2(2)
17.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	<b>0,002</b>	2(3)	<b>0,001</b>	2(2)
18.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,014	0,012	0,02	0,036	<b>0,017</b>	2(2)	<b>0,005</b>	1(1)
19.	I <sub>c</sub> (фітопланктон)	2,38	1,95	2,18	2,15	2,06	<b>2,14</b>	3(4)	<b>1,95</b>	2(3)
20.	I <sub>c</sub> (зоопланктон)	1,55	1,49	1,98	1,54	1,57	<b>1,63</b>	2(3)	<b>1,49</b>	2(2)

Допустимі екологічні нормативи якості поверхневих вод у гирловій ділянці р. Уди (лісостепова зона) (табл. 4.10) відносяться до:

- 2 класу за 8 показниками (мінералізація, хлориди, завислі речовини, розчинений кисень, рН , марганець, цинк, I<sub>c</sub> (зоопланктон));
- 3 класу за 7 показниками (БСК<sub>5</sub>, ХСК, СПАР, нафтопродукти, залізо загальне, мідь, I<sub>c</sub> (фітопланктон));
- 4 класу за 2 показниками (сульфати, азот амонійний)
- 5 класу за 3 показниками (азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів).

Цільові екологічні нормативи якості поверхневих вод у гирловій ділянці р. Уди (лісостепова зона) відносяться до:

- 1 класу за 1 показником (марганець);
- 2 класу за 9 показниками (мінералізація, хлориди, завислі речовини, рН, СПАР, залізо загальне, цинк, І<sub>с</sub> (зоопланктон), І<sub>с</sub> (фітопланктон));
- 3 класу за 6 показниками (азот амонійний, розчинений кисень, ХСК, нафтопродукти, БСК<sub>5</sub>, мідь, сульфати);
- 4 класу за 1 показником (фосфор фосфатів);
- 5 класу за 2 показниками (азот нітратний та азот нітритний).

Таблиця 4.10

**Екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Уди,  
гирлова ділянка (лісостепова зона)**

№ з/п	Показник	1999	2002	2009	2012	Прогноз на 2025 р.	ЕНд	Клас (катег)	ЕНц	Клас (катег)
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	714	765	719	712	813	<b>745</b>	2(2)	<b>712</b>	2(2)
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	199	250	212	210	211	<b>216</b>	4(6)	<b>199</b>	4(6)
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	73	88	78,3	77,5	83,4	<b>80</b>	2(2)	<b>73</b>	2(2)
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,771	0,74	0,847	1,26	1,66	<b>1,1</b>	4(6)	<b>0,74</b>	3(5)
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,206	0,303	0,336	0,44	0,26	<b>0,309</b>	5(7)	<b>0,2</b>	5(7)
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	6,17	5,88	4,93	4,01	3,64	<b>4,93</b>	5(7)	<b>3,6</b>	5(7)
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,349	0,357	0,303	0,31	1,03	<b>0,47</b>	5(7)	<b>0,303</b>	4(6)
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	13	17	9,7	11,2	5,3	<b>11,2</b>	2(3)	<b>5,3</b>	2(2)
9.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	9	8,13	6,6	6,5	6,27	<b>7,3</b>	2(3)	<b>6,27</b>	3(4)

## Продовження таблиці 4.10

№ з/п	Показник	1999	2002	2009	2012	Прогноз на 2025 р.	ЕН <sub>д</sub>	Клас (катег)	ЕН <sub>ц</sub>	Клас (катег)
10.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	4	7,48	4,05	4,6	3,69	<b>4,77</b>	3(5)	<b>3,7</b>	3(4)
11.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	-	25,7	28,6	28,9	30,1	<b>28,3</b>	3(4)	<b>25,7</b>	3(4)
12.	рН, од.	7,7	7,7	7,9	7,76	7,9	<b>7,8</b>	2(2)	<b>7,7</b>	2(2)
14.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,207	0,135	0,25	0,22	<b>0,182</b>	3(5)	<b>0,1</b>	3(5)
15.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,083	0,28	0,187	0,228	0,27	<b>0,21</b>	3(4)	<b>0,083</b>	2(3)
16.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	-	0,007	0,039	0,026	0,035	<b>0,027</b>	2(3)	<b>0,007</b>	1(1)
17.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,007	0,005	0,006	0,007	<b>0,006</b>	3(4)	<b>0,005</b>	3(4)
18.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,017	0,014	0,013	0,012	<b>0,016</b>	2(3)	<b>0,012</b>	2(2)
19.	Іс (фітопланктон)	2,19	2,16	1,99	2	2,08	<b>2,08</b>	3(4)	<b>1,99</b>	2(3)
20.	Іс (зоопланктон)	1,75	1,52	1,76	1,67	1,64	<b>1,67</b>	2(3)	<b>1,52</b>	2(2)

Допустимі екологічні нормативи якості поверхневих вод у гирловій ділянці р. Оскіл (степова зона) (табл. 4.11) відносяться до:

- 1 класу за 3 показниками (мінералізація, хлориди, залізо загальне);
- 2 класу за 8 показниками (азот амонійний, завислі речовини, розчинений кисень, рН, ХСК, СПАР, цинк, Іс (зоопланктон));
- 3 класу за 7 показниками (сульфати, азот нітритний, БСК<sub>5</sub>, нафтопродукти, марганець, мідь, Іс (фітопланктон));
- 4 класу за 2 показниками (азот нітратний, фосфор фосфатів).

Цільові екологічні нормативи якості поверхневих вод у гирловій ділянці р. Оскіл (степова зона) відносяться до:

- 1 класу за 7 показниками (мінералізація, хлориди, азот амонійний, завислі речовини, розчинений кисень, залізо загальне, цинк);
- 2 класу за 9 показниками (азот нітратний, БСК<sub>5</sub>, ХСК, рН, СПАР, нафтопродукти, мідь, Іс (зоопланктон), Іс (фітопланктон));

– 3 класу за 4 показниками (сульфати, азот нітритний, фосфор фосфатів, марганець).

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що **допустимі екологічні нормативи** за більшістю показників відповідають 2 і 3 класам (2–4 категорії) якості поверхневих вод.

Слід звернути увагу на те, що за показниками фосфору фосфатів та азоту нітратного значення екологічних нормативів відповідають 4 класу (6 категорії) у р. Оскіл та 5 класу (7 категорії) – на інших розглянутих ділянках. За показниками азоту нітритного значення екологічних нормативів відповідають 3 класу (5 категорії) на р. Оскіл та пункті вище Зміїв до 5 класу (7 категорії) на р. Уди.

Таблиця 4.11

**Екологічні нормативи якості поверхневих вод басейну р. Оскіл  
(степова зона)**

№ з/п	Показник	2005	2007	2009	2014	Прогноз 2025	ЕНд	Клас (катег)	ЕНц	Клас (катег)
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	514	558	636	552	610	<b>565</b>	1(1)	<b>514</b>	1(1)
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	103	107	114	113	132	<b>110</b>	3(4)	<b>103</b>	3(4)
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	43,1	51,9	64,8	43,5	44,6	<b>50</b>	1(1)	<b>43,1</b>	1(1)
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,18	0,1	0,07	0,303	0,36	<b>0,16</b>	2(2)	<b>0,07</b>	1(1)
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,011	0,016	0,07	0,012	0,008	<b>0,027</b>	3(5)	<b>0,008</b>	2(3)
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	1,35	1,52	1,33	0,77	0,67	<b>1,24</b>	4(6)	<b>0,67</b>	3(4)
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,220	0,214	0,193	0,3	0,4	<b>0,23</b>	4(6)	<b>0,19</b>	3(5)
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	7,08	3,34	9,5	3,25	0,52	<b>5,1</b>	2(2)	<b>0,52</b>	1(1)

## Продовження таблиці 4.11

№ з/п	Показник	2005	2007	2009	2014	Прогноз 2025	ЕН <sub>д</sub>	Клас (катег)	ЕН <sub>ц</sub>	Клас (катег)
9.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	7,87	9,35	8,94	7,72	9,39	<b>7,7</b>	2(2)	<b>8,4</b>	1(1)
10.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	1,83	1,97	2,09	2,57	2,24	<b>2,12</b>	3(4)	<b>1,83</b>	2(3)
11.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	15,0	16,9	31,3	19,8	17,3	<b>20,7</b>	2(3)	<b>15</b>	2(2)
12.	рН , од.	7,77	8,33	8,28	7,9	7,88	<b>8,1</b>	2(3)	<b>7,8</b>	2(2)
13.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,033	0,007	0,011	0,013	0,014	<b>0,016</b>	2(3)	<b>0,007</b>	2(2)
14.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,138	0,064	0,045	0,113	0,105	<b>0,09</b>	3(4)	<b>0,04</b>	2(3)
15.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,017	0,016	0,082	0,013	0,043	<b>0,03</b>	1(1)	<b>0,01</b>	1(1)
16.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,08	0,06	0,14	0,059	<b>0,08</b>	3(4)	<b>0,06</b>	3(4)
17.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,003	0,002	0,004	0,007	<b>0,003</b>	3(4)	<b>0,002</b>	2(3)
18.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,012	0,017	0,01	0,007	<b>0,01</b>	2(2)	<b>0,007</b>	1(1)
19.	Іс (фітопланктон)	1,86	2,09	2,01	2,32	2,23	<b>2,11</b>	3(4)	<b>2,01</b>	2(3)
20.	Іс (зоопланктон)	1,44	1,69	1,68	1,51	1,27	<b>1,57</b>	2(3)	<b>1,27</b>	2(2)

За показниками азоту нітратного значення екологічних нормативів відповідають 4 класу (6 категорії) на р. Оскіл та пункті вище Зміїв та до 5 класу (7 категорії) на р. Уди та пункті вище Ізюм.

На р. Уди також значення екологічних нормативів сульфатів та азоту амонійного відповідають 4 класу (6 категорії).

**Цільові екологічні нормативи** за більшістю показників відповідають 1 і 2 класам (1–3 категорії) якості поверхневих вод.

Виключення складає р. Уди, значення екологічних показників відповідають значенням, що класифікуються від 3 класу (4 категорії) до 4 класу (6 категорії).

Екологічні нормативи, що перевищують межі 3 категорії якості

поверхневих вод «добрі» або «досить чисті» можуть розглядатися як основні показники погіршення екологічного стану водного об'єкта. Та комплекс природоохоронних заходів необхідно розробляти в першу чергу для зниження концентрацій саме цих показників у водному об'єкті на даній ділянці.

У зв'язку з цим для підтримки екологічного благополуччя у басейні р. Сіверський Донець необхідне розроблення спеціальних водоохоронних заходів. Запропонований підхід до встановлення екологічних нормативів може служити переходом від санітарно-гігієнічного нормування до екологічного нормування і відповідати європейському ітеративному підходу до управління якістю поверхневих вод [187, 188].

#### **4.3.4 Відповідність екологічних нормативів поверхневих вод вимогам рибо-господарського, господарсько-питного та комунально-побутового водокористування**

Запропоновані допустимі екологічні нормативи не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування, мають місце перевищення за такими показниками: сульфати – у 1,52 рази, БСК<sub>5</sub> – у 1,25 раз, мідь – в 3 раз, нафтопродукти – у 2,0 рази, залізо загальне – у 1,6 рази, цинк – у 1,2 рази, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання (табл. 4.12).

Перевищень ГДК за цільовими екологічними нормативами не спостерігалось.

Запропоновані допустимі екологічні нормативи не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування, мають місце перевищення за такими показниками: сульфати – у 3,12 рази, БСК<sub>5</sub> – у 1,2 раз, мідь – в 2 рази, азот нітритний – у 1,45 рази, залізо загальне – у 1,6 рази, цинк – у 1,7 рази, марганець – у 3,1, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання.

Таблиця 4.12

**Відповідність екологічних нормативів поверхневих вод вимогам  
рибо-господарського, господарсько-питного та комунально-побутового  
водокористування басейну р. Сіверський Донець, пункт вище м. Зміїв**

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	646	0,65	0,65	609	0,61	0,61
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	152	<b>1,52</b>	0,30	101	1,0	0,2
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	60	0,2	0,17	46	0,15	0,13
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,28	0,28	0,14	0,08	0,08	0,04
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,03	1,5	0,03	0,01	0,5	0,01
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	3,06	0,34	0,3	1,65	0,18	0,17
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,59	0,84	0,17	0,5	0,71	0,14
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	7	0,28	0,28	1,93	0,078	0,08
9.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	2,78	0,93	0,46	2,38	0,79	0,4
10.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	26,9	0,54	0,9	22,1	0,44	0,74
11.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,015	0,54	0,075	0,01	0,36	0,05
12.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	2	0,33	0,05	1	0,17
13.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,16	<b>1,6</b>	0,53	0,04	0,4	0,13
14.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,015	<b>1,5</b>	0,05	0,009	0,9	0,03
15.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	<b>3</b>	0,003	0,001	1	0,001
16.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,012	<b>1,2</b>	0,12	0,006	0,6	0,06

Запропоновані **цільові екологічні нормативи** (ЕН<sub>ц</sub>) не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування за такими показниками: сульфати –



у 2,69 рази, БСК<sub>5</sub> – у 1,12 рази, марганець – у 2,0 рази відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання (табл. 4.13).

Запропоновані **допустимі екологічні нормативи** не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування, мають місце перевищення за такими показниками: сульфати – у 2,16 рази, БСК<sub>5</sub> – у 1,59 раз, мідь – в 6 раз, азот нітритний – у 15,5 раз, азот амонійний – 1,1 рази, залізо загальне – у 2,1 рази, цинк – у 1,6 рази, марганець – у 2,7, СПАР – у 1,39 рази, нафтопродукти – у 3,64 рази, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання.

Таблиця 4.13

**Відповідність екологічних нормативів поверхневих вод вимогам рибогосподарського, господарсько-питного та комунально-побутового водокористування басейну р. Сіверський Донець, пункт вище м. Ізюм**

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	802	0,80	0,8	730	0,73	0,73
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	312	<b>3,12</b>	0,62	269	<b>2,69</b>	0,54
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	79	0,26	0,23	69	0,23	0,2
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,25	0,25	0,13	0,12	0,12	0,06
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,029	<b>1,45</b>	0,03	0,01	0,5	0,01
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	1,6	0,18	0,16	0,44	0,05	0,04
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,67	0,96	0,19	0,51	0,72	0,1448
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	9	0,36	0,36	6,1	0,24	0,244
9.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	3,6	<b>1,2</b>	0,6	3,36	<b>1,12</b>	0,56

Продовження таблиці 4.13

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
10	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	18,8	0,38	0,63	15	0,3	0,5
11	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,017	0,61	0,09	0,004	0,14	0,02
12	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,12	0,02	0	0	0
13	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,16	<b>1,6</b>	0,53	0,06	0,6	0,2
14	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	<b>3,1</b>	0,1	0,02	<b>2</b>	0,07
15	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,002	<b>2</b>	0,002	0,001	<b>1</b>	0,001
16	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,017	<b>1,7</b>	0,17	0,005	0,5	0,05

Запропоновані **цільові екологічні нормативи** не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування за такими показниками: сульфати – у 1,99 рази, БСК<sub>5</sub> – у 1,23 рази, азот нітритний – у 10 разів, мідь – у 5 разів, цинк – у 1,2 рази, нафтопродукти – у 2,0 рази, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

**Відповідність екологічних нормативів поверхневих вод вимогам  
рибо-господарського, господарсько-питного та комунально-побутового  
водокористування басейну р. Уди**

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	745	0,745	0,745	712	0,71	0,71
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	216	<b>2,16</b>	0,432	199	<b>1,99</b>	0,4
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	80	0,27	0,23	73	0,24	0,21
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	1,1	<b>1,1</b>	0,55	0,74	0,74	0,37

Продовження таблиці 4.14

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,309	<b>15,45</b>	0,31	0,2	<b>10,0</b>	0,2
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	4,93	0,54	0,49	3,6	0,4	0,36
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,47	0,67	0,13	0,303	0,43	0,09
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	11,2	0,45	0,45	5,3	0,21	0,21
9.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	4,77	<b>1,59</b>	0,8	3,7	<b>1,23</b>	0,62
10	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	28,3	0,57	0,94	25,7	0,51	0,86
11	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,039	<b>1,39</b>	0,2	0,016	0,57	0,08
12	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,182	<b>3,64</b>	0,61	0,1	<b>2</b>	0,33
13	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,21	<b>2,1</b>	0,7	0,083	0,83	0,28
14	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,027	<b>2,7</b>	0,09	0,007	0,7	0,02
15	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,006	<b>6</b>	0,006	0,005	<b>5</b>	0,005
16	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,016	<b>1,6</b>	0,16	0,012	<b>1,2</b>	0,12

Запропоновані **допустимі екологічні нормативи** не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування, мають місце перевищення за такими показниками: сульфати – у 1,1 рази, марганець – у 8,0 разів, нафтопродукти – у 1,8 рази, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання.

Запропоновані **цільові екологічні нормативи** не відповідають ГДК рибогосподарського водокористування за такими показниками: мідь – у 5 разів, марганець – у 6,0 разів, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання (табл. 4.15).

З аналізу перевищень санітарно-гігієнічних нормативів за рядом показників вимоги як допустимих екологічних нормативів, так і цільових екологічних нормативів спостерігаються перевищення по відношенню до ГДК рибогосподарського водокористування, але перевищень ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання за дослідженими показниками на досліджених ділянках не спостерігається.

Таблиця 4.15

**Відповідність екологічних нормативів поверхневих вод вимогам рибогосподарського, господарсько-питного та комунально-побутового водокористування басейну р. Оскіл**

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
1.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	565	0,565	0,57	514	0,54	0,51
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	110	<b>1,1</b>	0,22	103	<b>1,0</b>	0,21
3.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	50	0,17	0,14	43,1	0,14	0,12
4.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,16	0,16	0,08	0,07	0,07	0,035
5.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,027	<b>1,35</b>	0,03	0,008	0,4	0,01
6.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	1,24	0,14	0,12	0,67	0,07	0,07
7.	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	0,23	0,33	0,07	0,19	0,27	0,05
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	5,1	0,20	0,2	0,52	0,02	0,02
9.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	2,12	0,71	0,35	1,83	0,61	0,3
10.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	20,7	0,41	0,69	15	0,3	0,5
11.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,016	0,57	0,08	0,007	0,25	0,04
12.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,09	<b>1,8</b>	0,3	0,04	0,8	0,13

*Продовження таблиці 4.15*

№ з/п	Показник	ЕН <sub>д</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп	ЕН <sub>ц</sub>	Кратність перевищ. ПДК рг	Кратність перевищ. ПДК кп /гп
13.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,3	0,1	0,01	0,1	0,03
14.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	<b>8</b>	0,27	0,06	<b>6</b>	0,2
15.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	<b>3</b>	0,003	0,002	<b>2</b>	0,002
16.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	<b>1</b>	0,1	0,007	0,7	0,07

Таким чином, по ряду показників вимоги екологічних нормативів м'якші по відношенню до ГДК рибогосподарського водокористування, але відповідають ГДК господарсько-питного та комунально-побутового використання. Та впровадження екологічних нормативів є більш коректним в практиці водоохоронної діяльності.

Також можливо говорити про можливість впровадження ітеративного підходу [188], в основі якого лежить типізація ділянок водотоків за видами водокористування. Види водокористування відповідають 5 класам якості запропонованих в Методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод [138].

Впровадження результатів досліджень проведених у роботі наведено у Додатку Г.

### **Висновки до розділу 4**

1. Проведено оцінку сучасного і ретроспективного екологічного стану водних об'єктів за обраними ділянками у басейні р. Сіверський Донець в межах Харківської області з урахуванням регіональних ландшафтно-екологічних особливостей формування їх якісного стану. Результати оцінки сучасного стану свідчать, що найгірший екологічний стан – 4 категорія III-го класу якості води спостерігався в основному руслі: с. Есхар, вище м. Зміїв, вище м. Ізюм та с. Яремівка та у гирлових ділянках приток: р. Харків, р. Лопань, р. Уди,

р. Балаклійка, р. Оскіл.

2. Значення екологічного індексу ( $I_E$ ) р. Сіверський Донець змінюється на різних ділянках. Спостерігається тенденція його збільшення як за середніми, так і за найгіршими показниками за течією.

3. Складові, за якими розраховується величина біологічного підіндексу ( $I_B$ ), більш чутливо відображають реальний стан екосистеми, що фіксується особливо в місцях антропогенного навантаження.

4. Проведено розрахунок хімічного підіндексу ( $I_X$ ) з використанням гідрохімічного районування басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області. Значення сольового індексу ( $I_C$ ) не перевищували 3 категорії практично на всіх досліджених ділянках. Це дає можливість стверджувати, що використання районування дозволяє більш коректно відображати екологічний стан завдяки врахуванню природної складової мінералізації.

5. Вперше для басейну річки Сіверський Донець застосовано метод оцінки екологічного стану річок за допомогою угруповань макрофітів. Результати оцінки показали узгодженість з результатами проведених раніше оцінок його екологічного стану, що були отримані за допомогою інших хімічних та біологічних методів. Це свідчить про можливість застосування даного індексу, для отримання об'єктивних оцінок.

6. Використання індикаторних видів макрофітів, зокрема за методом MOOR, дає можливість розширити перелік ефективних та маловитрантих методів біоіндикації при оцінці екологічного стану поверхневих вод.

7. Метод дозволяє залучити для оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів угруповання макрофітів, що в свою чергу робить екологічну оцінку якості поверхневих вод більш ґрунтовною, а також доцільне його використання в «Методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод ...».

8. Розроблений алгоритм визначення екологічних нормативів на підставі оцінки екологічного стану басейну з урахуванням гідрологічних показників і регіональних особливостей водозбірної площі придатний для обґрунтування значень як допустимих екологічних нормативів, так і цільових екологічних

нормативів для всієї території України.

9. Прогнозні значення на 2025 рік свідчать про наявні тенденції до погіршення показників екологічного стану у пункті вище м. Зміїв р. Сіверський Донець за показниками: сульфатів – до  $236 \text{ мг/дм}^3$  (3 класу (4 категорії)); ХСК – до  $29,4 \text{ мг/дм}^3$  (3 класу (4 категорії)); розчиненого кисню – до  $6,57 \text{ мг/дм}^3$  (3 клас (4 категорія). У пункті вище м. Ізюм р. Сіверський Донець певні погіршення прогнозуються: азоту амонійного до  $0,39 \text{ мг/дм}^3$  (3 класу (4 категорії)); цинку до  $0,036 \text{ мг/дм}^3$  (3 класу (4 категорії)); у р. Оскіл: фосфору фосфатів – до  $0,4 \text{ мг/дм}^3$  5 класу (7 категорії), азоту амонійного – до  $0,38 \text{ мг/дм}^3$  3 класу (4 категорії). Прогнозні значення показників екологічного стану у пункті Есхар р. Уди, свідчать про відсутність тенденції до погіршення.

10. Допустимі екологічні нормативи за більшістю показників відповідають 2 та 3 класам (2–4 категоріям) якості поверхневих вод. Цільові екологічні нормативи більшістю показників відповідають 1 і 2 класам (1–3 категорії) якості поверхневих вод. Екологічні нормативи значення яких виходять за межі значень 2 класу (3 категорії) якості потребують уточнення в часі.

11. Екологічні нормативи, що перевищують межі 3 категорії якості поверхневих вод «добрі» або «досить чисті» можуть розглядатися як основні показники погіршення екологічного стану водного об'єкта. При цьому запропоновано розробляти та впроваджувати першочергові природоохоронні заходи саме для цих водних об'єктів або їх ділянок.

За результатами проведених розрахунків наведених у розділі опубліковані роботи [83], [99], [144], [154-160], [131], [132], [183], [189], [190].

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі на основі узагальнення теоретичних положень та практичних геоекологічних досліджень вирішено важливе науково-прикладне завдання – проведення екологічної оцінки та встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод України з обов'язковим урахуванням просторово-часової неоднорідності водозбірних басейнів річок та стану водних екосистем.

Результати дослідження дають змогу зробити такі основні висновки.

1. Аналіз системи екологічного нормування якості поверхневих вод в ряді розвинутих країн та порівняння її з українською дозволив виявити ряд недоліків як у системі екологічного нормування України так і у побудові системи екологічного моніторингу. Головною проблемою є відсутність врахування ландшафтно-географічних та просторово-часових особливостей басейнових геосистем при проведенні екологічної оцінки та нормування якості поверхневих вод, а також недосконалість нормативної та технічної забезпеченості системи екологічного моніторингу поверхневих вод.

2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод удосконалена шляхом:

- розроблення гідрохімічного районування за природними складовими екологічних показників формування поверхневого стоку;
- додаткового залучення переліку нових показників (зокрема, макрофітними індексами – MIR, адаптованого до умов України);
- здійснення оцінки за новою класифікаційною схемою, з більш розгалуженою структурою оцінки та розширеним переліком біологічних показників.

3. Методика встановлення та використання екологічних нормативів якості поверхневих вод за відповідними категоріями вдосконалена за рахунок оновлення алгоритму встановлення ЕН для цього пропонується обґрунтування рівнів показників на основі:



- аналізу великого ряду ретроспективних даних;
- використання прогностичної оцінки якості поверхневих вод, з врахуванням сезонності (метод Хольта-Уінтерса);
- врахування гідрологічного режиму водотоку за допомогою оцінки водності водного об'єкту ( $K_B$ );
- використання удосконаленої методики екологічної оцінки з використанням необхідної кількості гідробіологічних показників та врахування ландшафтно-екологічних особливостей.

4. На основі проведеного аналізу стану довкілля водозбірному басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області обґрунтовано критерії вибору пунктів для першочергового встановлення екологічних нормативів, з урахуванням конструктивно-географічного підходу. Ці критерії враховують фізико-географічні, ландшафтні та гідрологічні особливості формування екологічного стану водних об'єктів при встановленні екологічних нормативів. Застосування цих критеріїв дозволяє вирішити питання пріоритизації розроблення та впровадження природоохоронних заходів.

5. Проведено районування басейну р. Сіверський Донець на території Харківської області за показниками мінералізації, сульфатів та хлоридів у поверхневих водах на основі якого виділено 8 гідрохімічних підзон. Використання гідрохімічного районування дозволяє більш коректно відображати екологічний стан завдяки врахуванню природної складової мінералізації.

6. Виконано оцінку сучасного і ретроспективного екологічного стану водних об'єктів за обраними ділянками у басейні р. Сіверський Донець в межах Харківської області з урахуванням регіональних ландшафтно-екологічних особливостей їх якісного стану. Результати оцінки сучасного стану свідчать, що найгірший екологічний стан – 4 категорія III-го класу якості води спостерігався в основному руслі: с. Есхар, вище м. Зміїв, вище м. Ізюм та с. Яремівка та у гирлових ділянках приток: р. Харків, р. Лопань, р. Уди, р. Балаклійка, р. Оскіл.

7. Розроблено екологічні нормативи для річок басейну Сіверський

Донець в межах Харківської області для ділянок лістостепової зони – пункт вище Зміїв та р. Уди і степової зони – пункт вище м. Ізюм та р. Оскіл). Екологічні нормативи більшості інгредієнтів відповідають 1, 2 і 3 класам (1 – 4 категоріям).

8. Обрані методи ландшафтно-екологічного аналізу водозбірної площі басейну р. Сіверський Донець та умов формування екологічного стану поверхневих вод дозволяють обґрунтовано провести розробку екологічних нормативів якості поверхневих вод для типових ділянок для яких необхідне першочергове встановлення ЕН та розроблення комплексу природоохоронних заходів.

9. Екологічні нормативи визначають на підставі аналізу результатів обробки матеріалів ретроспективних гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, еколого-токсикологічних та радіоекологічних експедиційних досліджень і режимних спостережень. При цьому враховуються ландшафтно-екологічні особливості басейнових геосистем. У цьому полягає принципова відмінність екологічних нормативів якості поверхневих вод від нормативів безпеки водокористування, де встановлюються ГДК окремих шкідливих речовин на основі токсикологічної інформації безвідносно до конкретних екологічних умов.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Водний кодекс України. Видання газети «Голос України», 1995. 15 с.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» / Верховна Рада України. Офіц. вид. Київ : Парлам. вид-во, 1991. 59 с. (Бібліотека офіційних видань).
3. Правила охраны поверхностных вод. Москва: Госкомприрода, 1991. 26 с.
4. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Санпин 4630-88. Москва : Минздрав СССР, 1988. 69 с.
5. Былинкина А. А., Драчев С. М., Ицкова Л. И. О приемах графического изображения аналитических данных о состоянии водоема // Материалы XVI гидрохим. совещания. Новочеркасск, 1962. С. 8–18.
6. Драчев С. М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Ленинград : Наука, 1964. 274 с.
7. ГОСТ 17.1.1.01.-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения // Природоохранные нормы и правила проектирования. Справочник. Москва : Стройиздат, 1990. С. 160–165.
8. Руководство по прогнозированию медико-биологических последствий гидрологического строительства // Научный совет по проблемам биосферы. Москва, 1990. 172 с.
9. Методические указания по эпидемиологической оценке санитарно-гигиенических условий в целях профилактики кишечных инфекций, распространяющихся водным путем / Минздрав СССР. Москва, 1986. 21 с.
10. Horton R. K. An Index – Number System for Rating Water Quality // WPCF, 1965. V. 37, № 3. P. 300–306.
11. Dinius S. H. Social Accounting System for Evaluating Water Resources // Water Res., 1972. V. 8, № 5. P. 1159–1177.
12. Bronw R. M., Clelland Mc., Deininger R. A., Tozer R. C. Water Quality Index – Do We Dare? // Water Sewage Works, 1970. № 10. P. 339–343.

13. Ott W. R. Environmental Indices: Theory and Practice // Ann. Arbor: Sci Publ. Ins., 1972. P. 371.
14. Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязнения природных вод – коэффициента загрязнения / Харьков : ВНИИВО, 1982. 30 с.
15. Емельянова В. П., Данилова Г. Н. Опыт предварительной оценки степени загрязнения водных объектов по величине условного коэффициента комплексности // Тезисы сообщений Всесоюзной конференции «Оценка и классификация качества поверхностных вод для водопользования». Харьков, 1979. С. 126–128.
16. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Москва, 1986. С. 28.
17. Шайн А. С. Интегральные оценки и их использование при долгосрочном прогнозировании качества воды рек // Комплексная оценка качества поверхностных вод. Ленинград : Гидрометиздат, 1984. С. 24–33.
18. Мороков В. В. Комплексные показатели в предплановых обоснованиях охраны вод в регионах. Свердловск : Урал. науч. центр АН СССР, 1987. 36 с.
19. Новиков Ю. В., Плитман С. И., Ласточкин К. О. и др. Исследование комплексных показателей при разработке гигиенической классификации водоемов по степени их загрязнения // Гигиена и санитария 1984. № 6. С. 11–13.
20. Оценка гигиенической эффективности водоохраных мероприятий. Методические рекомендации / МЗ РСФСР. Москва, 1989. 11 с.
21. Васенко А. Г. Некоторые аспекты построения оценочных шкал экологических классификаций поверхностных вод / А. Г. Васенко, А. А. Верниченко, Д. Ю. Верниченко-Цветков // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2013. Вип. 8. С. 146-153.
22. ГОСТ 17.1.1.02.-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов // Природоохранные нормы и правила проектирования.

- Справочник. Москва : Стройиздат, 1990. С. 165–180.
23. Единые критерии качества вод. СЭВ. Москва, 1982. 65 с.
  24. Wojciech Chelmski. Degradacja i ochrona wod. Czesc pierwsza. Jakosc. Uniwersytet Jagiellonski, Instytut Geografii, Krakow, 1997. 252 p
  25. Felföldy L. I. M. Biological water quality // Research in water quality and water technology. Budapest, 1976. Vol. 3. 37 p.
  26. Truett I.B. Development of quality management indexes. – Water Res., 1975. vol.11, №3, - P. 436-448.
  27. Lester W. F. River quality objectives // Inst. Water Eng. and Sci. 1979. Vol. 33, № 5. P. 429–450.
  28. Quality criteria for water. US EPA, 1986. 395 p.
  29. Amended proposal for a Council Directive establishing a framework for Community action in the field of water policy (Addendum to document 9265/98 ENN 258 PRO-COOP 91) – Brussels, 9.VI.1998.
  30. Коробкова Г.В., Васенко О.Г., Юрченко Л.Л. Роль природоохоронних програм у вирішенні екологічних проблем на регіональному, галузевому та локальному рівнях // Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів : VII міжнар. наук.-практ. конф. за участю молодих науковців, яка присвячена 20-річчю кафедри екології, 17-19 жовт. 2012 р., м. Харків : матер. конф. - Х.: ХНАДУ, 2012. С. 109-110
  31. Система прийняття управлінських рішень керівниками водогосподарських організацій для басейну річки Південий Буг з використанням геоінформаційних технологій : Метод. посібник для вузів. За ред. В.Б. Мокіна. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. 244 с.
  32. River Water Quality, Ecological Assessment and Control. Brussels, 1992. 752 p. EUR 1406EN-FR.
  33. Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям : Труды I советско-английского семинара. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 280 с.
  34. Научные основы контроля качества поверхностных вод по

- гидробиологическим показателям : Труды II советско-английского семинара. Ленинград : Гидрометеиздат, 1981. 280 с.
35. Seager Y, Milne I., Rutt G., Crane M. Integrated biological methods for river water quality assessment // *River Water Quality, Ecological Assessment and Control*. Brussels, 1992. P. 399–415. EUR 1406EN-FR.
  36. De Pauw N., Ghetti P. F., Manzini P. et al. Biological assessment methods for running water // *River Water Quality. Ecological Assessment and Control*. Brussels, 1992. P. 217–248.
  37. Вудивисс Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // *Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям : Труды советско-английского семинара*. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. С. 132– 61.
  38. De Brabander K, Vanhooren G, Ringele A. Comparing biological and chemical parameters as complementary tools for the management of river water quality // *River Water Quality. Ecological Assessment and Control*. Brussels, 1992. P. 35–56.
  39. Tolhamp Harri H. Biological assessment of water quality in running water using macroinvertebrates, a case study for, Limburg, the Netherlands // *Water Sci. and Technol.* 1985. Vol. 17, № 6–7. P. 867–879.
  40. Environmental impacts of nutrient emissions in Denmark / Ministry of the environment, Denmark Redegørelse fra Miljøstyrelsen. 1/1991. 208 s.
  41. Wasserwirtschaft in Bayern Oberste Baubehörde. F. Lüsse und Seen in Bayern. Wasserbeschaffenheit. Gewässer gute, 1989. Heft 23–48.
  42. Friedrich G. Stand der Gütebewertung und nutzungsbezogene Qualitätsanforderungen an Fließgewässer in der Bundesrepublik Deutschland // *Munch. Beitr. Abwass / Fisch. und Flussbiol.* 1986. № 40. S. 9–33.
  43. Verneaux et coll. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes – Un indice biologique de qualité générale (I.B.G.) // *Ann. Sci. Fr. Comté, Besançon, Biol. Anim.* 1982. № 4 (3). P. 11–21.
  44. Azzoni Rosella. Il controllo della qualità delle acque del fiume Adda mediante

- un metodo di analisi biocenotica // Boll. chim. Unione ital. lab. prov. 1980. Vol. 31, № 6. P. 293–305.
45. Heinonen P., Herve S. Water quality classification of inland waters in Finland // Aqua fennica. 1987. Vol. 17, N 2. P. 147–156.
  46. Paasivirta Zauri. Polyaelaimiston kayfto vesistojen tilan arvioinnissa // Zuonnen tufkija. 1984. Til. 88, № 3. S. 79–84.
  47. Bedomningsgrunder for svenska ytvatten // Statens Naturvardsverk, Publikationer, 1969. № 1. 25 p.
  48. Harald Rensvik at al. Vurderingssystem for vannkvalitet iinnjoer og elver. Nork institutt for vannforskning Niva – Rapport. Oslo, 1983. A 423.
  49. Lang C. Bull. La faune d'invertebres comme indicateur de pollution groupe 2002 // Assoc. etude et promot. gestion. biol. milicu. 1981. № 11, mai. P. 43–48.
  50. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Eregebn. Limnol. Arch. Hydrobiol. 1973. Beih. 7. 218 p.
  51. Симпозиум СЭВ «Разработка унифицированных методов исследования качества вод. Биологические материалы». ЧССР, 1988. 99 с.
  52. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоёмов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 40 с.
  53. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Москва : Издательство стандартов, 1982. 12 с.
  54. Фрумин Г. Т., Баркан Л. В. Комплексная оценка загрязненности вод Ладожского озера по гидрохимическим показателям // Водные ресурсы. 1997. Т. 24, № 3. С. 315–319.
  55. Monitoring Water Quality in Future. Dick de Zwart Bilthoven. The Netherlands, Biomonitoring. 1995. Vol. 3. 83 p.
  56. Fisher William S. Development and validation of ecological indicators: An ORD approach. // Proceedings of the Third Symposium on the Environmental

- Monitoring and Assessment Program (EMAP) Albany, NY, U.S.A., 8–11 April, 1997. P. 23–28.
57. Bolger Patrich. Rapporteuris report heries // Environmental Monitoring and Assessment, 1990. Vol. 15, № 3. P. 295–296.
  58. Matsumura Тосуйго Кекайси // Y. Yap. Sewage Works Assos. Technical Report 1983. № 230. P. 2–11.
  59. Watanabe Toshiharu, Mizuno Toshihiko, Gose Kynemon et. al. Simple monitoring method of water guality by using the freshwater organisms // Environ. Pollut. Contr. 1984. Vol. 20, № 12. P. 1224–1228.
  60. Абакумов В. А., Полищук В. В. Сопоставление систем биологической индикации, апробированных во время совместных советско-английских исследований на базе Института гидробиологии АН УССР // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям : Труды II советско-английского семинара. Ленинград : Гидрометеиздат, 1981. С. 81–116.
  61. Ecological indicators of the state of the enviroment : Pap. the Workshop, Toronto, Canada // Environ. Monit and Assessement. 1990. Vol. 15, № 3. P. 213–310.
  62. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. 22.12.2000. L. 327, vol. 43. 72 p.
  63. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC // Official Journal of the European Communities of 24.12.2008. L. 348.
  64. Stagg R. M. North Sea Task Force Biological Effects Monitoring Programme // North Sea Pollution. Int. conf. 10–14.09.90. Amsterdam, the Netherlands, 1990.



- P. 195–208.
65. Dick de Zwart. Monitoring water quality in future. Vol. 3: Biomonitoring. Bilthoven, the Netherlands, 1995. 83 p.
  66. DIN 38410 (Deuthe Einheitsverfahren zur Wasser- und Abwasser- und Schlammuntersuchung) Bestimmung des Saprobienindex. Berlin, 1990. Bd. 2. S. 3-8.
  67. Recommendation on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll / ed. L. Edler. 1979. 38 p.
  68. Steffen K. Habitat ecology and long-term development of the macrophyte vegetation of north-west German streams and rivers since the 1950s : Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Georg-August-Universität Göttingen. Göttingen, 2013. 131 s.
  69. Macrophyte trophic indicator values from a European perspective Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters. 2007. 11 December. Vol. 37, № 4. P. 281–289.
  70. Carbiener R., Trémolières M., Mercier J. L., Ortscheit A. Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace) // Vegetatio. 1990. Vol. 86. P. 71–88.
  71. Hanna Ciecierska, Maria Dynowska. Biologiczne metody oceny stanu środowiska. // Podręcznik metodyczny. Olsztyn, 2013. Tom 2: Ekosystemy wodne. 312 s.
  72. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища, затверджене Постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 року № 785 // Зібрання постанов уряду України. 1994. № 2. С. 29–30.
  73. Постанова Кабінету Міністрів України № 815 від 20 липня 1996 року «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» // Зібрання постанов уряду України. 1996. № 15. С. 29–30.
  74. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля

- якості води водоемов и водотоков. Москва : Издательство стандартов, 1982. 10 с.
75. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. Київ : Символ–Т, 1998. 28 с.
  76. Постанова Кабінету Міністрів України № 391 від 30 березня 1998 року «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» // Офіційний вісник України. 1998. № 13. С. 91–97.
  77. Осика Ф. В., Кравченко М. С. Вдосконалення державної системи моніторингу довкілля України відповідно до вимог ЄС // Розвиток екологічної політики та системи управління в Україні. Київ, 1999. 27 с.
  78. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. Київ, 2001. 48 с.
  79. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / Л. Г. Руденко, В. П. Разов, В. М. Жукинський та ін. Київ : СИМВОЛ - Т, 1998. 48 с.
  80. Васенко О. Г., Верніченко Г. А. Комплексне планування та управління водними ресурсами. Київ: Інститут географії НАН України, 2001. 367 с.
  81. ДСТУ-4808-2007. Джерела централізованого питного водопостачання гігієнічні екологічні вимоги до якості води та правила вибору. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 64 с.
  82. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження) / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, А. В. Колісник та ін. : за ред. проф. А. В. Гриценка, О. Г. Васенка. – Харків : Контраст, 2011. 340 с. – ISBN 978-966-8855-72-6
  83. Жук В. Н., Коробкова Г. В. Інтегральна оцінка сучасного якісного стану р. Сіверський Донець у межах Харківської області // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. Вип. 1–2. С. 103–109.

84. Коробкова Г. В., Рибалова О. В., Козловська О. В. Аналіз екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : IX Міжнар. наук.-практ. конф., 9– 13 вересня 2013 р., м. Алушта, АР Крим, Україна : зб. наук. ст. : у 2-х т. Т. 1 / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2012. С. 25–37.
85. Васенко А. Г., Коробкова А. В., Проскурнин О. А. Использование непараметрических статистических методов при анализе данных мониторинга реки Северский Донец // Науковий вісник будівництва : зб. наук. праць. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012. Вип. 70. С. 451–456.
86. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Коробкова Г. В. Комплексна оцінка екологічного стану басейну річки Лопань у Харківській області // Екологія и промышленность. 2012. № 4 (33). С. 114–118.
87. Гриценко А. В., Васенко О. Г. Оцінка стану поверхневих вод при вирішенні водогосподарських та екологічних проблем [Електронний ресурс] // Вода та довкілля : X Міжнар. водний форум «AQUA UKRAINE», 5–8 лист. 2013 р., м. Київ, Україна – 2013. С. 34.
88. Гриценко А. В., Варламов Є. М., Васенко О. Г. Моніторинг стану довкілля на об'єктах підвищеної екологічної небезпеки // Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України : VII Всеукр. наук.-практ. конф., 15 грудня 2011 р., м. Запоріжжя : зб. ст. Запоріжжя : Видавництво ЗДІА, 2011, 363 с. С. 229–233.
89. Інформаційно-аналітичні огляди «Стан довкілля в Україні» [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/infooglyad>
90. Гриценко А. В., Васенко О. Г., Верниченко-Цветков Д. Ю. Перспективи вдосконалення екологічної класифікації якості поверхневих вод України // VI Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» : зб. наук. ст. : у 2-х т. Т. 2 / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2010. С. 98–102.
91. Васенко О. Г. Гідробіологічний моніторинг, як складова екологічного моніторингу поверхневих вод // IV Міжнародна науково-практична

- конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» : зб. наук. ст. : у 2-х т. Т. 1 / УкрНДІЕП. – Харків : Райдер, 2008. С. 293–296.
92. Васенко О. Г. Екологічне управління водоохоронною діяльністю // «Проблеми охорони навколишнього природного середовища» : зб. наук. праць. Харків : Райдер, 2006. XXVIII, ювіл. видання. С. 38–60.
  93. Комплексні експедиційні дослідження екологічного стану водних об'єктів басейну р. Уди (суббасейну р. Сіверський Донець) / О. Г. Васенко, М. Л. Лунгу, Ю. А. Ільєвська та ін. / за ред. О. Г. Васенко. Харків : Райдер, 2006. 156 с.
  94. Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас / О. Г. Васенко, А. В. Гриценко, Г. О. Карабаш та ін. / за ред. А. В. Гриценко, О. Г. Васенко. Харків : Райдер, 2006. 188 с.: іл., 12 окр. с. кольор. іл.
  95. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Артем'єв С. Р., Коробкова Г. В. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища. Харків : НУГЗУ, 2015. С. 17–28, 40–52.
  96. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Коробкова Г. В. Екологічний ризик погіршення сучасного стану поверхневих вод України // Інтегроване управління водними ресурсами. 2013. № 1. С. 171–178.
  97. Коробкова Г. В. Фоновий моніторинг у загальнодержавній системі екологічного моніторингу // «Екологічний інтелект-2011» : зб. наук. праць VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, м. Дніпропетровськ, Україна 19–20 травня 2011 р., 2011. С. 103–104.
  98. Васенко О. Г., Коробкова Г. В. Загальні принципи визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : VII Міжнар. наук.-практ. конф., 12–16 вересня 2011 р., м. Алушта, АР Крим, Україна : зб. наук. ст. : у 2-х т. Т. 1 / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2011. С. 228–233.
  99. Коробкова Г. В. Методи екологічного нормування у адміністративно-басейновому управлінні водоохоронною діяльністю // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. XI Міжнар. наук.-практ. конф.,

- (м. Харків, 7–11 вересня 2015) / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2015. С. 131–134.
100. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія : у 2-х т. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. С. 110–114.
  101. Гродзинський М. Д., Шищенко П. Г. Збереження та відтворення ландшафтного різноманіття в контексті сталого розвитку // Заповідна справа в Україні. 1998. Т. 4., № 1. С. 3–8.
  102. Романенко В. Д., Гриб И. В., Гродзинский М. Д. Концептуальные подходы при формировании трансграничных гидроэкологических коридоров // Гидробиологический журнал. 2003. Т. 39, № 5. С. 3–16.
  103. Геоінформаційне картографування в Україні. Концептуальні основи і напрями розвитку / Л. Г. Руденко, Т. І. Козаченко, Д. О. Ляшенко та ін. Київ : НАН України, Ін-т географії, 2011. 103 с.
  104. Прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням водозбірних басейнів : монографія / В. А. Андронов, К. М. Карпець, С. В. Костріков та ін. Харків : Вид-во НУЦЗУ, 2017. 108 с.
  105. Костріков С. В. Гідролого-геоморфологічний підхід до дослідження водозбірної організації флювіального рельєфу // Укр. геогр. журнал. Київ : Вид-во Ін. геогр. НАНУ України, 2006. С. 46–54.
  106. Черваньов І. Г., Костріков С. В., Воробйов Б. Н. Флювіальні геоморфосистеми. Харків : РВВ Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, 2006. 322 с.
  107. Костріков С. В. Геоінформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля : монографія. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. 484 с.
  108. Пересадько В. А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи : монографія. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. 242 с.
  109. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ : Ніка-центр, 2001. 274 с.

110. Ободовський О. Г., Ярошевич О. Є. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси. Київ : Інтертехнодрук, 2006. 70 с.
111. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія / ред. С. І. Дорогунцов ; НАН України, Рада по вивченню продуктивних сил України. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 250 с.
112. Ільїн Л. В. Ландшафтно-геохімічні аспекти дослідження лімносистем // Вісн. Львів ун-ту. Сер. : Геогр. 2006. Вип. 33. С. 130–136.
113. Гуцуляк В. М., Присакар В. Б. Оцінка екологічної ситуації в ландшафтних комплексах (загальні підходи та методичні прийоми) // Україна: географічні проблеми сталого розвитку : зб. наук, праць : в 4-х т. Київ : ВТЛ Обрії, 2004. Т 1. С. 193–199.
114. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект. Чернівці : Наші книги, 2009. 312 с.
115. Харьковская область: Природа, население, хозяйство / под ред. А. П. Голикова, А. Л. Сидоренко. Харьков : Бизнес Информ, 1997. 288 с.
116. Концепція екологічного нормування / О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко, А. В. Гриценко та ін. ; Мінекобезпеки. Київ, 1997. 34 с.
117. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Екологічний стан поверхневих вод басейну річки Стохід // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2017. № 3–4 (28). С. 120–129.
118. Боярин М. В. Управління водними ресурсами басейну річки Іква в межах Рівненської області // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Сер. : Географічні науки. 2013. № 6. С. 38–42.
119. Оцінка річкової мережі басейну Росі за типологією річок згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В. В. Гребінь, В. К. Хільчевський, П. О. Бабій, М. Р. Забокрицька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Т. 2. С. 23–33.
120. Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і

- гідроекологія. Київ ; Луцьк : РВВ Луцького ДТУ, 2002. Т. 4. С. 167–169.
121. Руденко Л. Г., Денісова О. І., Яцик А. В. Екологічна оцінка сучасного стану поверхневих вод (методичні аспекти) // Укр. географ. журн. 1996. № 3. С. 35–38.
  122. Яцик А. В., Бишовець Л. Б., Петрук О. М., Чернявська А. П. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. Київ, 2007. 71 с.
  123. Идентификация и оценка «горячих точек» в бассейне Днепра на территории Украины / В. Д. Романенко, С. А. Афанасьев, О. Г. Васенко и др. ; под ред. А. А. Галяпы. Киев : ПолиграфКонсалтинг, 2004. 282 с.
  124. Адаменко Я. О., Архипова Л. М., Мандрик О. М. Територіальний норматив якості гідроекосистем заповідних територій // Гидробиологический журнал. 2016. Т. 52, № 6. С. 51–59.
  125. Крайнюков О. М. Науково-методичні основи нормування антропогенного забруднення аквальних ландшафтів : монографія / за ред. А. В. Гриценка, А. М. Крайнюкової. Харків : Екограф, 2013. 260 с.
  126. Крайнюков О. М. Використання конструктивно-географічної методології при встановленні нормативів антропогенного забруднення аквальних ландшафтів // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2014. № 1–2. С. 75–80.
  127. Романенко В. Д., Жукинский В. Н., Окснюк О. П. Методологические предпосылки для установления и использования экологических нормативов качества поверхностных вод // Гидробиол. Журнал. 1999. Т. 35, № 3. С. 3–14.
  128. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка–Центр, 2001. 264 с.
  129. Васенко О. Г., Верниченко-Цветков Д. Ю., Колісник А. В., Коробкова Г. В. Порівняння пігментних показників фітопланктону і донних відкладів Сіверського Дінця у різні сезони // Екологія промислового регіону : Національний екологічний форум, 23–24 травня 2012 р., м. Донецьк,

- Україна : зб. доп. : у 2-х т. Т. 2. Донецьк, 2012. С. 34–35.
130. Коробкова Г. В. Особливості сучасного стану малих річок Харківської області // Матеріали II Міжнар. наук. конф. «Екологія, неоекологія, охорона окружающей среды и сбалансированное природопользование», (5–6 грудня, 2013 р., м. Харків) / Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2013. С. 98–99.
  131. Коробкова Г. В. Сучасний екологічний стан басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія : Екологія. 2016. Вип. 14. С. 66–70.
  132. Коробкова Г. В. Гідробіологічна оцінка як складова екологічної оцінки якості поверхневих вод // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2016. Вип. 1–2(25). С. 31–36.
  133. Woodiwiss F. S. The biological system of stream classification used by the River Trent Board // Chem. Indust. 1964. № 14. P. 443–447.
  134. De Pauw N., Verreth J. & Talloen M. Biological Water Assessment Methods applied on the rivers Torrente Parma, Torrente Stirone and Fiume Po, 33–93 // 3rd Technical Seminar, Biological Water Assessment Methods (Parma, October 1978) / Ghetti P. F. (ed.). Parma, 1979. Vol. 1 / Published for the Commission of the European Communities.
  135. Pantle R., Buck H. Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. GWF, 96, 1955. 603 s.
  136. Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей / О. Г. Васенко, Д. Ю. Верниченко-Цветков, М. С. Коваленко та ін. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. / УкрНДІЕП. Харків: Райдер, 2010. Вип. XXXII. С. 36–53.
  137. Васенко О. Г., Верниченко Г. А., Верниченко-Цветков Д. Ю., Коваленко М. С. Розширення переліку показників екологічної класифікації якості поверхневих вод України // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. / УкрНДІЕП.



- Харків : Райдер, 2011. Вип. XXXIII. С. 33–47.
138. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (проект) [Електронний ресурс] // А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. URL: [http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/metodika\\_2012\\_14\\_0.doc](http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc) (дата звернення 15.11.2017)
  139. Rouen K.J., Saint L., Dawson F.H. 1999: Mean Trophic Rank. A user's manual. R&D Technical Report E38 / N. T. H.Holmes, J. R. Newman, S. Chadd et. al. Bristol : Environment Agency.
  140. AFNOR (Association Française de Normalisation). Qualité de l'eau – Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) // Norme française NFT. 2003. P. 90–395.
  141. Макрофиты-индикаторы изменений природной среды. Киев : Наукова думка, 1993. 434 с.
  142. Чорна Г. А. Рослини наших водойм. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 134 с.
  143. Нечитайло В. А., Кучерява Л. Ф., Погребенник В. П. Систематика вищих рослин.– Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 456 с.
  144. Коробкова Г. В. Конструктивно-географічний підхід при виборі пунктів для встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод // Зб. наук. ст. Міжнар. наук.-практ. конф. «Регіон–2016: стратегія оптимального розвитку» (10–11 листопада 2016 р.). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 290–293.
  145. Методические рекомендации по формализированной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Москва, 1988. 12 с.
  146. Winters P. R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages // Management Science. 1960. Vol. 6, № 3. P. 324–342.
  147. Гурвич В. В. Методика количественного изучения микро- и мезобентоса // Биология внутр. вод. 1969. Информ. бюл. № 3. С. 57–63.
  148. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан,

- О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін. Київ : Логос, 2006. 568 с.
149. Панкратова В. Я. Личинки и куколки подсемейства Orthoclaadiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Ленинград : Наука, 1970. 344 с.
  150. Панкратова В. Я. Личинки и куколки подсемейства Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Ленинград : Наука, 1977. 154 с.
  151. Панкратова В. Я. Личинки и куколки подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Ленинград : Наука, 1983. 296 с.
  152. Kovacs T., Godunko R. J. Faunistical records of larvae of Ephemeroptera, Odonata and Plecoptera from the Zakarpats'ka Region, Ukraine // Folia Historico Naturalia Musei Matraensis. 2008. № 32. P. 87–91.
  153. Rauniothe A. Use of chironomid pupal exuvial technique (CPET) in freshwater biomonitoring; applications for boreal rivers and lakes / The Faculty of Science of the University of Oulu. Oulu, 2008. 54 p.
  154. Коробкова Г. В. Використання макрофітних індексів для оцінки екологічного стану поверхневих вод України // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2017. Вип. 1–2 (27). С. 62–70.
  155. Васенко А. Г., Коробкова А. В., Рыбалова О. В. Экологическое нормирование качества поверхностных вод с учетом региональных особенностей // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. Т. 1 (44). С. 21–33.
  156. Васенко О. Г., Коробкова Г. В., Рибалова О. В. Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогнозних моделей та регіональних особливостей // East European Scientific Journal. 2016. Vol. 3, № 8 (12), P. 5–13.
  157. Коробкова Г. В. Наукове обґрунтування встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука –

- виробництво –2017 : зб. наук. ст. XX Міжнар. наук.-практ. конф., 19–22 квітня 2017 р. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 121–124.
158. Рибалова О. В., Коробкова Г. В. Застосування методу Хольта–Уінтерса для прогнозування якісного стану поверхневих вод // Проблеми техногенно-екологічної безпеки: Освіта, наука, практика : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф., 24 листопада 2016 р. Харків : НУНЦЗУ, 2016. С. 200–201.
  159. Коробкова Г. В. Гідрологічна складова в екологічному нормуванні якості поверхневих вод України // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2015 : зб. тез доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції (26–27 листопада 2015р.). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. С. 20–22.
  160. Коробкова Г. В. Оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області з використанням індексів макрофітів (метод MMOR) // Охорона довкілля : зб. наук. ст. XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань (19–22 квітня 2017 р.). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 35–38.
  161. Географічна енциклопедія України у III томах. Т. 2 / за ред. А. М. Маринича. Київ : Укренциклопедія, 1993. 414 с.
  162. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 230 с.
  163. Атлас. Харківська область: Моя мала Батьківщина / ред. Т. В. Погурельська. Київ : Мапа, 2000. 20 с.
  164. Гильборг Р. Г. География родного края. Харьковская область. Харьков : Каравелла, 1999. 304 с.
  165. Харківська область: Природа, населення, господарство / А. П. Голіков, О. Л. Сидоренко та ін. ; за ред. А. П. Голікова, О. Л. Сидоренка. 2-ге вид., перероб. та доп. Харків : Бізнес Інформ, 1997 288 с. (Серія: Регіони України).
  166. Національний атлас України / гол. ред. Л. Г. Руденко. Київ : Картографія,

2008. 440 с.

167. Голиков А. П., Казакова Н. А., Шуба М. В. Харьковская область, региональное развитие: состояние и перспективы : монография / под ред. чл.-кор. НАН Украины, проф. В. С. Бакирова. Харьков : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. 224 с.
168. Екологічний атлас Харківської області [Карти] / Є. Л. Макаровський, О. В. Соловйов, Г. Д. Коваленко [та ін.]. 2-ге вид., перероб. Харків : Ектив Стар, 2005. 80 с.
169. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України / за ред. М. І. Полупана. Київ : Аграрна наука, 2005. 300 с.
170. Земельні ресурси України / за ред. В. В. Медведєва, Т. М. Лактіонової. Київ : Аграрна наука, 1998. 150 с.
171. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання : монографія. Київ : Віпол, 2000. 376 с.
172. Горелова Л. Н., Алехин А. А. Растительный покров Харьковщины. Харьков, 2002. 231 с.
173. Природно-заповідний фонд Харківської області : довідник / [О. В. Клімов, О. Г. Вовк, О. В. Філатова та ін.]. Харків : Райдер, 2005. 304 с.
174. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б. М. Данилішин, С. І. Дорогунцов, В. С. Міщенко та ін. ; за ред. Б. М. Данилішина ; РВПС України. Київ, 1999. 716 с.
175. Микитюк О. І. ІВА території України: території, важливі для збереження водного різноманіття та кількісного багатства птахів. Київ : Софтарт, 1999. 334 с.
176. ПУВХ «Донец». КП «ВТП «Вода» [Електронний ресурс] // URL: <http://kpвода.kharkov.ua/index.php/content/about/structure/puvhdonec> (дата звернення 11.01.2017)
177. ПУВХ «Днепр». КП «ВТП «Вода» [Електронний ресурс] // URL: <http://kpвода.kharkov.ua/index.php/content/about/structure/puvhdnepr> (дата звернення 11.01.2017)

178. Меліорація. Харківське обласне управління водних ресурсів [Електронний ресурс] // URL: [http://www.vodgosp.kharkov.ua/syte\\_howg\\_melior.htm](http://www.vodgosp.kharkov.ua/syte_howg_melior.htm) (дата звернення 15.10.2016)
179. Екологічний паспорт регіону. Харківська область [Електронний ресурс] / за ред. Л. П. Крячко, О. М. Зозуля та ін. ; Мінприроди України, Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Харківській області. С. 112. // URL: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/kharkivska> (дата звернення 25.01.2016)
180. Доповідь про стан навколишнього природного в Харківській області в 2015 році [Електронний ресурс] // URL: [http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv\\_2015.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv_2015.pdf) (дата звернення 25.01.2016)
181. Маринич О. М., Пархоменко Г. О., Петренко О. М., Шищенко П. Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України [Текст] // Укр. геогр. журнал. 2003. № 2. С. 16–20.
182. Максименко Н. В., Квартенко Р. О., Різник К. Ю. Оновлене фізико-географічне районування Харківської області // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія : Екологія. 2016. Вип. 14. С. 20–32.
183. Рибалова О. В., Коробкова Г. В. Визначення впливу природних умов на екологічний стан річки Оскіл // Materials of the XII International scientific and practical conference, “Science and civilization”. – 2016, Sheffield, 30.01–07.02 2016. Sheffield, 2016. Volume 16: Ecology. Geography and geology. Agriculture. Construction and architecture. Sheffield. P. 37–40.
184. Cash K. J. Assessing and monitoring aquatic ecosystem health – approaches using individual, population, and community/ecosystem measurements // Northern River Basins Study Project Report. 1995. № 45. 68 p.
185. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance document n.o 10 River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems. Produced by Working Group 2.3 –

- REFCOND. Luxembourg т: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. P. 25–87.
186. Экологическое состояние трансграничного участка Днестра (Украина – Беларусь), интеркалибрация результатов гидробиологической оценки : монография / под ред. С. А. Афанасьева, Т. Н. Середы. Киев : Кафедра, 2015. 116 с.
  187. Сближение с водной политикой Европейского Союза (ЕС). Краткий путеводитель для стран-партнеров по Европейской политике добрососедства, и России / Е. Кампа, Дж. Г. Уорд, А. Лейппранд ; ECOLOGIC – Институт Международной и европейской Экологической Политики. Берлин, 2008. 28 с.
  188. Task Force for the Implementation of the Environmental Action Programme for Central and Eastern Europe, Caucasus and Central Asia Regulatory Environmental Programme Implementation Network / Organisation for Economic Co-operation and Development/ ENV/EPOC/EAP/REPIN(2011)1/FINAL 7. P. 53.
  189. Коробкова Г. В., Свиридов Ю. В. Оцінка сучасного екологічного стану малих річок України // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. XII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 11–15 вересня 2017 р. / УКРНДІЕП. Харків : Райдер, 2017. С. 228–234.
  190. Рибалова О. В., Коробкова Г. В., Козловська О. В. Оцінка екологічного ризику погіршення стану басейну р. Сіверський Донець в Харківській області // «Наука та технологія: Крок у майбутнє – 2014» : зб. пр. X Міжнародної науково-практичної конференції, 27.02–5.03 2014, Прага, Чехія. Прага : Publishing House, 2014. С. 56–61.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. **Коробкова Г. В.** Використання макрофітних індексів для оцінки екологічного стану поверхневих вод України // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. Вип. 1–2 (27). С. 62–70.

2. Васенко А. Г., **Коробкова А. В.**, Рыбалова О. В. Экологическое нормирование качества поверхностных вод с учетом региональных особенностей // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2017. Т. 1 (44). С. 21–33. *(особистий внесок автора – вдосконалено алгоритм встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод та встановлено їх значення)*

3. **Коробкова Г. В.** Сучасний екологічний стан басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. Вип. 14. С. 66–70.

4. **Коробкова Г. В.** Гідробіологічна оцінка як складова екологічної оцінки якості поверхневих вод // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. Вип. 1–2 (25). С. 31–36.

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації у зарубіжних спеціальних виданнях*

5. Васенко О. Г., **Коробкова Г. В.**, Рыбалова О. В. Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогнозних моделей та регіональних особливостей // East European Scientific Journal. 2016. № 8 (12). Volume 3. Р. 5–13. *(особистий внесок автора – розраховано екологічні індекси ряду даних, побудовано прогнозні моделі окремих показників, визначено екологічні нормативи якості поверхневих вод)*



*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати  
дисертації*

6. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Артем'єв С. Р., **Коробкова Г. В.**

Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища : монографія. Харків : НУГЗУ, 2015. С. 34–52. *(особистий внесок автора – розд. 2 – аналіз досвіду екологічного нормування якості поверхневих вод; оцінка стану поверхневих вод України на основі вдосконаленої «Методики екологічної оцінки...» за адміністративно-басейновим принципом)*

7. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження) : монографія. / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, **Г. В. Коробкова** та ін. Харків : Контраст, 2011. С. 23–27, 64–73. *(особистий внесок автора – сформовано базу даних для проведення оцінки якісного стану поверхневих вод, розд. 2 – аналіз основних напрямків водокористування; розд. 3 – аналіз антропогенного навантаження басейну; розд. 5 – екологічна оцінка якості поверхневих вод)*

*Наукові праці, які додатково засвідчують апробацію матеріалів дисертації*

8. **Коробкова Г. В.** Наукове обґрунтування встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2017 : зб. наук. ст. XX Міжнар. наук.-практ. конф., 19–22 квітня 2017 р. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 121–124.

9. **Коробкова Г. В.** Оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області з використанням індексів макрофітів (метод MMOR) // Охорона довкілля : зб. наук. ст. XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань 19–22.04.2017. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2017. С. 35–38.

10. **Коробкова Г. В.**, Свиридов Ю. В. Оцінка сучасного екологічного стану малих річок України. Екологічна безпека : проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. ст. XII Міжнар. наук.-практ. конф., 11–15 вересня 2017 р. / УКРНДІЕП. Харків : Райдер, 2017. – С. 228-234. *(особистий внесок автора – розраховані екологічні індекси якості поверхневих вод, проведено порівняльний аналіз екологічного стану*

*поверхневих вод)*

11. **Коробкова Г. В.** Конструктивно-географічний підхід при виборі пунктів для встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод : зб. наук. ст. Міжнар. наук.-практ. конф. «Регіон – 2016: стратегія оптимального розвитку» 10–11 листопада 2016 р. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 290–293.

12. Рибалова О. В., **Коробкова Г. В.** Визначення впливу природних умов на екологічний стан річки Оскіл // Materials of the XII International scientific and practical conference, “Science and civilization”, 30.01–07.02.2016, Sheffield. Sheffield, 2016. Volume 16: Ecology. Geography and geology. Agriculture. Construction and architecture. Р. 37–40. *(особистий внесок автора – проведено екологічну оцінку якості поверхневих вод на основі вдосконаленої «Методики екологічної оцінки...», побудовані кореляційні залежності)*

13. Рибалова О. В., **Коробкова Г. В.** Застосування методу Хольта – Уінтерса для прогнозування якісного стану поверхневих вод // Проблеми техногенно-екологічної безпеки: Освіта, наука, практика : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф., 24 листопада 2016 р. Харків : НУНЦЗУ, 2016. С. 200–201. *(особистий внесок автора – обґрунтовано можливість використання методу Хольта – Уінтерса для прогнозування якісного стану поверхневих вод)*

14. **Коробкова Г. В.** Оцінка сучасного екологічного стану української частини дельти Дунаю. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. XI Міжнар. наук.-практ. конф., 7–11 вересня 2016 р. / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2016. С. 131–134.

15. **Коробкова Г. В.** Гідрологічна складова в екологічному нормуванні якості поверхневих вод України. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2015 : зб. тез доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, 26–27 листопада 2015 року. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. С. 20–22.

16. **Коробкова Г. В.** Методи екологічного нормування у адміністративно-басейновому управлінні водоохоронною діяльністю. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. XI Міжнар. наук.-практ. конф., 7–

11 вересня 2015 року / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2015. С. 131–134.

17. Рибалова О. В., **Коробкова Г. В.**, Козловська О. В. Оцінка екологічного ризику погіршення стану басейну р. Сіверський Донець в Харківській області // «Наука та технологія: Крок у майбутнє – 2014» : зб. пр. X Міжнародної науково-практичної конференції, 27.02– 5.03.2014, Прага. Прага : Publishing House, 2014. С. 56–61. *(особистий внесок автора – розраховані екологічні індекси якості поверхневих вод)*

18. **Коробкова Г. В.**, Рибалова О. В., Козловська О. В. Аналіз екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. ст. IX Міжнар. наук.-практ. конф., 9–13.09.2013, Алушта. У 2-х т. Т. 1 / УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2013. С. 238–241. *(особистий внесок автора – сформована база даних для розрахунку проведених досліджень, розраховані коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на відповідних ділянках)*

## Додаток Б

### Екологічні класифікації якості поверхневих вод

*Таблиця Б. 1*

#### Класифікація якісного стану поверхневих вод за величиною індексу забруднення вод (ІЗВ) [16]

Клас	Характеристика	Значення ІЗВ
1	Дуже чиста	$ІЗВ < 0,3$
2	Чиста	$0,3 < ІЗВ < 1$
3	Помірно забруднена	$1 < ІЗВ < 2,5$
4	Забруднена	$2,5 < ІЗВ < 4$
5	Брудна	$4 < ІЗВ < 6$
6	Дуже брудна	$6 < ІЗВ < 10$
7	Надзвичайно брудна	$ІЗВ > 10$

*Таблиця Б. 2*

#### Класифікація якості поверхневих вод за ВВІ [38]

Клас	ВВІ (бали)	Якість вод	Колір коду на картах
I	10-9	слабко чи зовсім не забруднена	синій
II	8-7	слабко забруднена	зелений
III	6-5	середньо забруднена – критична границя	жовтий
IV	4-3	сильно забруднена	жовтогарячий
V	2-0	дуже сильно забруднена	червоний
-	0	дослідження неможливе через повну відсутність індикаторів	чорний

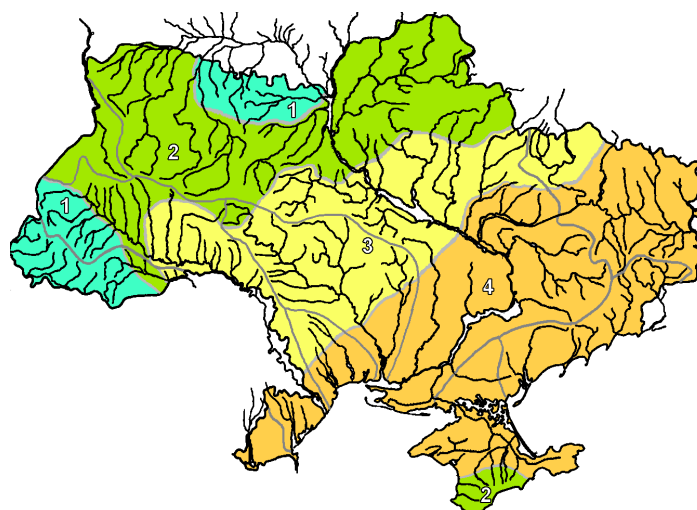


Рис. Б. 1 Картосхема районування території України за мінералізацією води (позначення гідрохімічних областей (1 – 4) див. у табл. Б.4) [138]

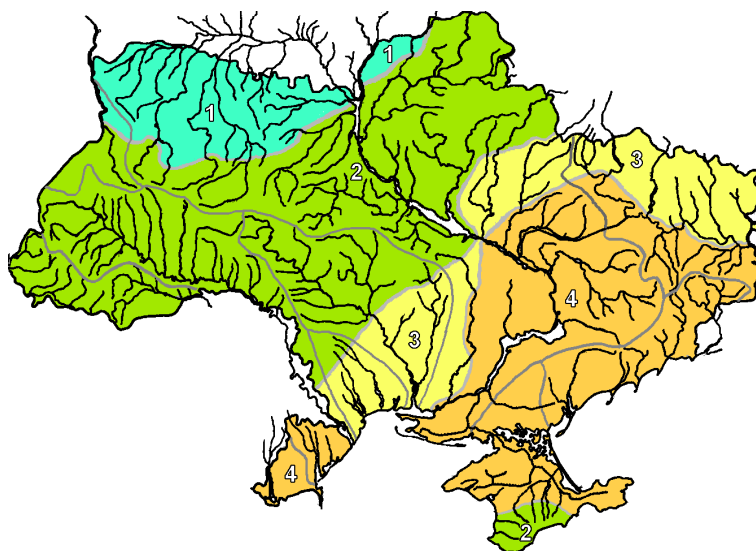


Рис. Б. 2 Картосхема районування території України за вмістом сульфатів у воді (позначення гідрохімічних областей (1 – 4) див. у табл. Б.5) [138]

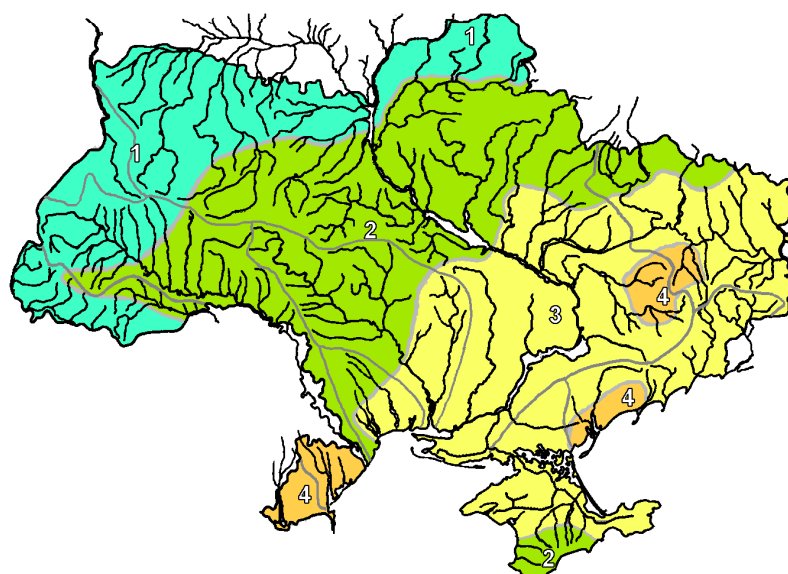


Рис. Б. 3 Картосхема районування території України за вмістом хлоридів у воді (позначення гідрохімічних областей (1 – 4) див. у табл. Б.6) [138]

Таблиця Б.3

## Оцінка якості поверхневих вод за екологічною класифікацією, класи та категорії [138]

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості води	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні
Сапробність	Олігосапробні		$\beta$ -мезосапробні		$\alpha$ -мезосапробні		Полісапробні
	$\beta$ -олігосапробні	$\alpha$ -олігосапробні	$\beta'$ -мезосапробні	$\beta''$ -мезосапробні	$\alpha'$ -мезосапробні	$\alpha''$ -мезосапробні	Полісапробні
Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні
	Оліготрофні-оліго-мезотрофні	Мезотрофні	Мезо-евтрофні	Евтрофні	Ев-політрофні	Політрофні	Гіпертрофні

Таблиця Б. 4

## Екологічна класифікація якості поверхневих вод за біологічними показниками [138]

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
<b>Гідробиологічні</b>							
Структурні показники біологічних угруповань (чисельність, біомаса, число видів, структурні індекси та ін.), відхилення від фонових (еталонних) значень, %	-10 – +10	-11 – -25	-26 – -35	-36 – -50	-51 – -60	-61 – -75	<-75
		+11 – +25	+26 – +50	+51 – +80	+81 – +90	>+90	-
Біомаса фітопланктону, мг/дм <sup>3</sup>	<0,5	0,5–1,0	1,1–2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	10,1–50,0	>50,0
Хлорофіл а, мкг/дм <sup>3</sup>	<2	2–4	5–10	11–30	31–50	51–150	>150
Первинна продукція, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> за добу	<0,2	0,2–0,3	0,4–1,0	1,1–3,0	3,1–7,5	7,6–10,0	>10,0
Біотичний індекс TBI, бал	10	9–8	7–6	5–4	3	2	1
Бельгійський біотичний індекс BBI, бал	10	9–8	7–6	5–4	3	2	1
Трофічний діатомовий індекс TDI, бал	1,0–1,4	1,5–1,8	1,9–2,2	2,3–2,7	2,8–3,1	3,2–3,5	3,6–4,0
Біотичні індекси, % від фонових (еталонних) значень*	>90	90–80	79–60	59–40	39–30	29–20	<20
Індекс сапробності за Пантле–Букком	<1,0	1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5	2,6–3,0	3,1–3,5	>3,5
Індекс сапробності за Гуднайтом–Уїтлєєм	1–20	21–45	46–60	61–70	71–80	81–90	91–100
<b>Біохімічні</b>							
Індекс самоочищення – самозабруднення (A/R)	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	<0,5
		1,1	1,2	1,3–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5	>2,5
Відношення потенційної самоочисної здатності вод (тестова речовина – глюкоза) до БСК <sub>1</sub> (Z <sub>гл</sub> /БСК <sub>1</sub> )	0,91 – 1,25	0,90 – 0,81	0,80 – 0,75	0,74 – 0,65	0,64 – 0,50	0,49 – 0,10	<0,10
		1,26 – 2,00	2,01 – 2,50	2,51 – 3,30	3,31 – 5,00	5,01 – 7,50	>7,50
Показники біохімічних процесів (потенційна здатність вод до самоочищення, активність позаклітинних оксидоредуктаз у донних відкладах та ін.), відхилення від фонових (еталонних) значень, %	-10 – +10	-11 – -20	-21 – -30	-31 – -50	-51 – -60	-61 – -75	<-75
		+11 – +25	+25 – +50	+51 – +100	+101 – +200	>+200	–

## Продовження таблиці Б. 4

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
<b>Біотестові</b>							
Смертність <i>Daphnia magna</i> Str., <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lill. та інших тест-об'єктів протягом 48 та 24 годин біотестування, %	0	≤10% за 48 год.		≤50% за 48 год.		≥50% за 48 год.	≥50% за 24 год.
Смертність <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lill. протягом 48 годин біотестування, в одиницях гострої летальної токсичності**	0	0	0	0	0	1	>1
Зменшення величин біохімічного споживання кисню бактеріями протягом однієї доби (БСК <sub>1</sub> ) за методом Кньоппа, %	0	0	<10,0	10,0 – 30,0	31,0 – 50,0	51,0 – 70,0	>70,0
Виживання або плодючість <i>Ceriodaphnia</i> протягом 7-10 діб біотестування, в одиницях хронічної токсичності***	<1	1	1	2	4	8	>8

- \* Низка біотичних індексів, які рекомендовано використовувати в країнах ЄС (наприклад, BMWP – британський індекс біологічного моніторингу, EBI – розширений біотичний індекс, ASPT – індекс середнього значення за таксоном, EFI – іхтіологічний індекс, DMI – макрофітний індекс, BC – біотичний коефіцієнт).
- \*\* Одиниця гострої летальної токсичності — кратність розбавлення води, за якої гине 50% і більше особин тест-об'єктів (КНД 211.1.4.055-97).
- \*\*\* Одиниця хронічної токсичності — найбільше значення мінімальної кратності розбавлення води, в якій хронічна токсичність не виявляється (КНД 211.1.4.056-97).



Таблиця Б. 5

**Класифікація якості поверхневих вод за мінералізацією та електропровідністю\* [138]**

Гідрохімічна область	Клас якості вод	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
1 Північне Полісся та Закарпаття	Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	<100	100-150	151-200	201-300	301-400	401-1000	>1000
	Питома електропровідність, $\mu$ S	<100	100-170	171-225	226-350	351-450	451-1200	>1200
2 Південне й східне Полісся, гірський Крим, Дніпро, Дністер, Південний Буг, Дунай	Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	<200	200-350	351-500	501-750	751-1000	1001-1500	>1500
	Питома електропровідність, $\mu$ S	<225	225-375	376-550	551-800	801-1200	1201-1700	>1700
3 Північний і західний Лісостеп	Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	<500	500-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Питома електропровідність, $\mu$ S	<550	550-800	801-1200	1201-1500	1501-1750	1751-2250	>2250
4 Східний Лісостеп і Степ	Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	<1000	1000-1500	1501-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	>5000
	Питома електропровідність, $\mu$ S	<1200	1200-1750	1751-2250	2251-3500	3501-4500	4501-5500	>5500

Таблиця Б. 6

**Класифікація якості поверхневих вод за вмістом сульфатів\*[138]**

Гідрохімічна область	Клас якості вод	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
<b>1 Правобережне Полісся</b>		<5	5-7	8-10	11-20	21-30	31-100	>100
2 Західний Лісостеп, східне Полісся, Карпати, гірський Крим, Дніпро, Дунай		<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
3 Південний захід Степу й північний схід Лісостепу		<60	60-100	101-200	201-300	301-500	501-1000	>1000
4 Північний схід Степу, Приазов'я та Причорномор'я		<200	201-500	501-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000

Таблиця Б. 7

**Класифікація якості поверхневих вод за вмістом хлоридів\*[138]**

Гідрохімічна область	Клас якості вод	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
1 Полісся й Закарпаття		<5	5-7	8-10	11-20	21-30	31-100	>100
2 Лісостеп, північний захід Степу, гірський Крим, Дніпро, Дунай		<10	10-25	26-50	51-100	101-150	151-300	>300
3 Східний Степ, крім центру		<50	50-100	101-250	251-500	501-600	601-700	>700
4 Приазов'я, Причорномор'я та центр східного Степу		<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000

\* Картографи гідрохімічних областей – див. рис. Б.1-Б.3

Таблиця Б. 8

## Класифікація якості поверхневих вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями [138]

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники							
Кисневий режим							
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	>8,0	7,6 – 8,0	7,1 – 7,5	6,1 – 7,0	5,1 – 6,0	4,0 – 5,0	<4,0
% насичення	96 – 105	91 – 96	81 – 90	71 – 80	61 – 70	40 – 60	<40
		106 – 110	111 – 120	121 – 130	131 – 140	141 – 150	>150
% насичення у гіполімніоні (для водойм)	>70	70 – 60	59 – 50	49 – 40	39 – 30	29 – 10	<0,10
Гідрофізичні й загальні гідрохімічні							
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	<5	5 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 50	51 – 100	>100
Прозорість, м	>1,50	1,00 – 1,50	0,65 – 0,95	0,50 – 0,60	0,35 – 0,45	0,20 – 0,30	<0,20
рН	6,9 – 7,5	6,7 – 6,8	6,5 – 6,6	6,3 – 6,4	6,1 – 6,2	5,9 – 6,0	<5,9
		7,6 – 7,9	8,0 – 8,1	8,2 – 8,3	8,4 – 8,5	8,6 – 8,7	>8,7
Вміст азоту							
Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	<0,10	0,10 – 0,20	0,21 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	<0,002	0,002 – 0,005	0,006 – 0,010	0,011 – 0,020	0,021 – 0,050	0,051 – 0,100	>0,100
Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	<0,20	0,20 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 0,70	0,71 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Загальний N, мгN/дм <sup>3</sup>	<1,0	1,1 – 1,5	1,6 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 6,0	6,1 – 10,0	>10,0
Вміст фосфору							
Фосфор фосфатів, мгР/дм <sup>3</sup>	<0,015	0,015 – 0,030	0,031 – 0,050	0,051 – 0,100	0,101 – 0,200	0,201 – 0,300	>0,300
Загальний Р, мгР/дм <sup>3</sup>	<0,015	0,015–0,030	0,031–0,060	0,061–0,120	0,121–0,200	0,201–0,300	>0,300
Вміст органічних речовин							
Загальний С, мгС/дм <sup>3</sup>	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 20,0	21,0 – 30,0	>30,0
Перманганатна окислюваність, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 20,0	>20,0
Біхроматна окислюваність, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<9	9 – 15	16 – 25	26 – 30	31 – 40	41 – 60	>60
БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<1,0	1,0 – 1,6	1,7 – 2,1	2,2 – 4,0	4,1 – 7,0	7,1 – 12,0	>12,0

Таблиця Б. 9

**Класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії [138]**

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники							
Залізо загальне (основна шкала), мкг/дм <sup>3</sup> *	<50	50 – 70	76 – 100	101 – 500	501 – 1000	1001 – 2500	>2500
Залізо загальне (для північного Полісся, крім рік Горинь, Стир і Случ), мкг/дм <sup>3</sup> *	<200	200 – 600	601 – 1000	1001 – 1500	1501 – 2000	2001 – 4000	>4000
Ртуть, мкг/дм <sup>3</sup>	<0,02	0,02 – 0,05	0,06 – 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Кадмій, мкг/дм <sup>3</sup>	<0,1	0,1	0,2	0,3 – 0,5	0,6 – 1,5	1,6 – 5,0	>5,0
Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	<1	1	2	3 – 10	11 – 25	26 – 50	>50
Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	<10	10 – 15	16 – 20	21 – 50	51 – 100	101 – 200	>200
Свинець, мкг/дм <sup>3</sup>	<2	2 – 5	6 – 10	11 – 20	21 – 50	51 – 100	>100
Хром загальний, мкг/дм <sup>3</sup>	<2	2 – 3	4 – 5	6 – 10	11 – 25	26 – 50	>50
Нікель, мкг/дм <sup>3</sup>	<1	1 – 5	6 – 10	11 – 20	21 – 50	51 – 100	>100
Марганець, мкг/дм <sup>3</sup>	<10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 500	501 – 1250	>1250
Миш'як, мкг/дм <sup>3</sup>	<1	1 – 3	4 – 5	6 – 15	16 – 25	26 – 35	>35
Фториди, мкг/дм <sup>3</sup>	<100	100 – 125	126 – 150	151 – 200	201 – 500	501 – 1000	>1000
Ціаніди, мкг/дм <sup>3</sup>	0	1 – 5	6 – 10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	>100
Нафтопродукти, мкг/дм <sup>3</sup>	<10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 300	>300
Феноли (легкі), мкг/дм <sup>3</sup>	0	<1	1	2	3 – 5	6 – 20	>20
СПАР, мкг/дм <sup>3</sup>	0	<10	10 – 20	21 – 50	51 – 100	101 – 250	>250
Коефіцієнт донної акумуляції, накопичення важких металів у донних відкладах (КДА), од. <sup>-1</sup>	<10	10 – 50	51 – 100	101 – 250	251 – 500	501 – 1000	>1000
Накопичення поллютантів у гідробіонтах, од. <sup>-1</sup>	<10	10 – 50	51 – 100	101 – 500	501 – 1000	1001 – 5000	>5000
Індекс забруднення донних відкладів (ІЗД)**	<0,5	0,5 – 1,0	1,1 – 1,3	1,4 – 1,6	1,7 – 1,8	1,9 – 2,0	>2
Кадмій у донних відкладах, мг/кг сухої ваги**	<0,2	0,2 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,3	1,4 – 2,0	2,1 – 5,0	>5,0
Свинець у донних відкладах, мг/кг сухої ваги**	<2,5	2,5 – 5	6 – 15	16 – 30	31 – 60	61 – 200	>200
Мідь у донних відкладах, мг/кг сухої ваги**	<10	10 – 15	16 – 25	26 – 50	51 – 75	76 – 100	>100
Сумарна бета-активність, 10 <sup>-12</sup> Ку/дм <sup>3</sup> ***	<4,4	4,4 – 5,5	5,6 – 7,5	7,6 – 10	11 – 150	151 – 270	>270
<sup>90</sup> Sr, 10 <sup>-12</sup> Ку/дм <sup>3</sup> ***	<0,62	0,62 – 0,75	0,76 – 0,99	1,0 – 3,0	3,1 – 40	41 – 90	>90
<sup>137</sup> Cs, 10 <sup>-12</sup> Ку/дм <sup>3</sup> ***	<0,12	0,12 – 0,25	0,26 – 0,50	0,51 – 5,0	5,1 – 150	160 – 1500	>1500

\* розраховуються за спец. шкалою, \*\* попередні, до розробки національних стандартів, \*\*\* 1 кюрі (Ку) = 3,7 · 10<sup>10</sup> бекерелів.

Таблиця Б. 10

## Індикаторні види макрофітів для розрахунку MIR в Україні

Види	MIR		Види	MIR		Види	MIR	
	L	W		L	W		L	W
<b>ВОДОРОСТІ</b>			<i>Menyanthes trifoliata</i>	9	3	<i>Carex vesicaria</i>	6	2
<i>Batrachospermum sp.</i>	6	2	<i>Myosotis palustris</i>	4	1	<i>Catabrosa aquatica</i>	5	1
<i>Chara sp.</i>	6	2	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	8	1	<i>Eleocharis palustris</i>	6	2
<i>Cladophora sp.</i>	1	2	<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	2	<i>Elodea canadensis</i>	5	2
<i>Enteromorpha sp.</i>	1	2	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	5	2	<i>Glyceria fluitans</i>	5	2
<i>Hydrurus sp.</i>	9	2	<i>Nasturtium officinale</i>	5	2	<i>Glyceria maxima</i>	3	1
<i>Lyngbya sp.</i>	6	2	<i>Nuphar lutea</i>	4	2	<i>Glyceria plicata</i>	5	1
<i>Mougeotia sp.</i>	3	1	<i>Nymphaea alba</i>	6	2	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	6	2
<i>Oedogonium sp.</i>	2	1	<i>Oenanthe aquatica</i>	5	1	<i>Iris pseudacorus</i>	6	2
<i>Phormidium sp.</i>	7	2	<i>Peucedanum palustre</i>	5	2	<i>Juncus bulbosus</i>	10	1
<i>Rhizoclonium sp.</i>	1	1	<i>Polygonum amphibium</i>	4	1	<i>Lemna gibba</i>	1	3
<i>Spirogyra sp.</i>	4	1	<i>Polygonum hydropiper</i>	3	1	<i>Lemna minor</i>	2	2
<i>Stigeoclonium sp.</i>	1	1	<i>Polygonum persicaria</i>	2	2	<i>Lemna trisulca</i>	4	2
<i>Ulothrix sp.</i>	4	1	<i>Potentilla palustris</i>	9	1	<i>Phalaris arundinacea</i>	2	1
<i>Vaucheria sp.</i>	2	1	<i>Ranunculus aquatilis</i>	5	3	<i>Potamogeton acutifolius</i>	6	1
<b>ПЕЧИНОЧНІ МОХИ</b>			<i>Ranunculus flammula</i>	7	2	<i>Potamogeton alpinus</i>	7	2
<i>Riccia fluitans</i>	5	1	<i>Ranunculus circinatus</i>	5	2	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	5	2
<b>МОХИ</b>			<i>Ranunculus fluitans</i>	7	2	<i>Potamogeton compressus</i>	4	2
<i>Brachythecium mildeanum</i>	3	2	<i>Ranunculus lingua</i>	8	2	<i>Potamogeton crispus</i>	4	2
<i>Brachythecium rivulare</i>	8	2	<i>Ranunculus sceleratus</i>	2	1	<i>Potamogeton friesii</i>	3	2
<i>Calliergonella cuspidata</i>	8	2	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	6	2	<i>Potamogeton gramineus</i>	7	1
<i>Cratoneuron sp.</i>	8	2	<i>Rorippa amphibia</i>	3	1	<i>Potamogeton lucens</i>	4	3
<i>Fontinalis antipyretica</i>	6	2	<i>Rumex hydrolapathum</i>	4	1	<i>Potamogeton natans</i>	4	1
<i>Hygroamblystegium sp.</i>	5	2	<i>Scrophularia umbrosa</i>	4	1	<i>Potamogeton nodosus</i>	3	2
<i>Hygrohypnum sp.</i>	9	2	<i>Sium latifolium</i>	7	1	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	5	2
<i>Leptodictyum riparium</i>	1	1	<i>Stachys palustris</i>	2	1	<i>Potamogeton pectinatus</i>	1	1
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	5	1	<i>Utricularia vulgaris</i>	5	1	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	4	2
<i>Sphagnum sp.</i>	10	2	<i>Veronica anagallis-aquat.</i>	4	2	<i>Potamogeton praelongus</i>	6	3
<b>ПАПАРОТІ</b>			<i>Veronica beccabunga</i>	4	1	<i>Potamogeton pusillus</i>	4	2
<i>Equisetum fluviatile</i>	6	2	<i>Veronica catenata</i>	5	1	<i>Potamogeton trichoides</i>	2	2
<i>Equisetum palustre</i>	5	2	<i>Veronica scutellata</i>	7	1	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	4	2
<i>Thelypteris palustris</i>	6	1	<i>Viola palustris</i>	9	1	<i>Scirpus lacustris</i>	4	2
<b>ДВОДОЛЬНІ</b>			<b>ОДНОДОЛЬНІ</b>			<i>Scirpus maritimus</i>	3	1
<i>Berula erecta</i>	4	2	<i>Acorus calamus</i>	2	3	<i>Scirpus sylvaticus</i>	5	2
<i>Callitriche cophocarpa</i>	5	2	<i>Alisma lanceolatum</i>	4	2	<i>Sparganium angustifolium</i>	9	1
<i>Callitriche hamulata</i>	9	3	<i>Alopecurus geniculatus</i>	4	1	<i>Sparganium emersum</i>	4	2
<i>Caltha palustris</i>	6	1	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	4	2	<i>Sparganium erectum</i>	3	1
<i>Ceratophyllum demersum</i>	2	3	<i>Butomus umbellatus</i>	5	2	<i>Sparganium minimum</i>	7	1
<i>Ceratophyllum submersum</i>	2	3	<i>Calla palustris</i>	6	2	<i>Spirodela polyrhiza</i>	2	2
<i>Cicuta virosa</i>	6	2	<i>Carex acuta</i>	5	1	<i>Stratiotes aloides</i>	6	2
<i>Hippuris vulgaris</i>	4	1	<i>Carex acutiformis</i>	4	1	<i>Typha angustifolia</i>	3	2
<i>Hottonia palustris</i>	6	2	<i>Carex paniculata</i>	5	1	<i>Typha latifolia</i>	2	2
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	5	1	<i>Carex riparia</i>	4	2	<i>Wolffia arhiza</i>	3	1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	4	1	<i>Carex rostrata</i>	6	3	<i>Zannichellia palustris</i>	2	1
<i>Mentha aquatica</i>	5	1						

**Додаток В – ПРОГНОЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ**  
**Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**  
 Dodatok B.1 - Прогноз екологічного стану р. Сів. Донець, пункт вище м. Зміїв

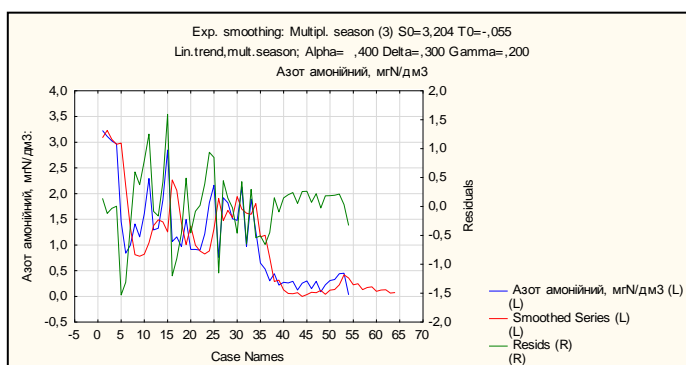


Рис. В.1.1 Прогноз вмісту азоту амонійного

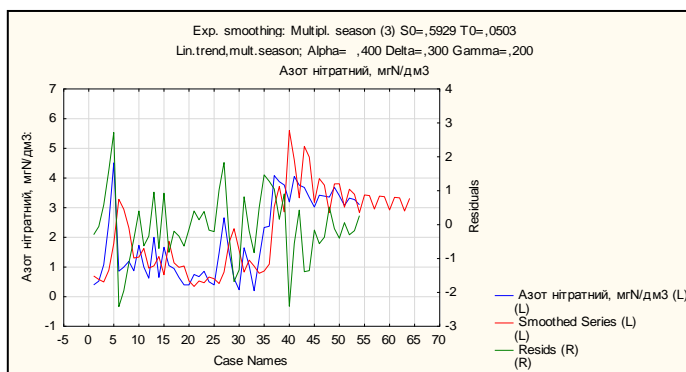


Рис. В.1.2 Прогноз вмісту азоту нітратного

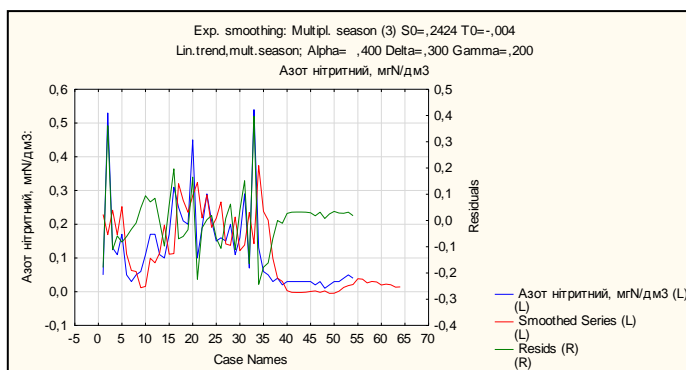


Рис. В.1.3 Прогноз вмісту азоту нітритного

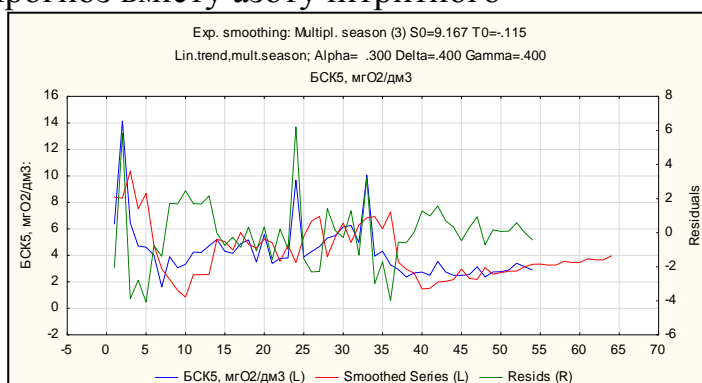


Рис. В.1.4 Прогноз значень БСК<sub>5</sub>

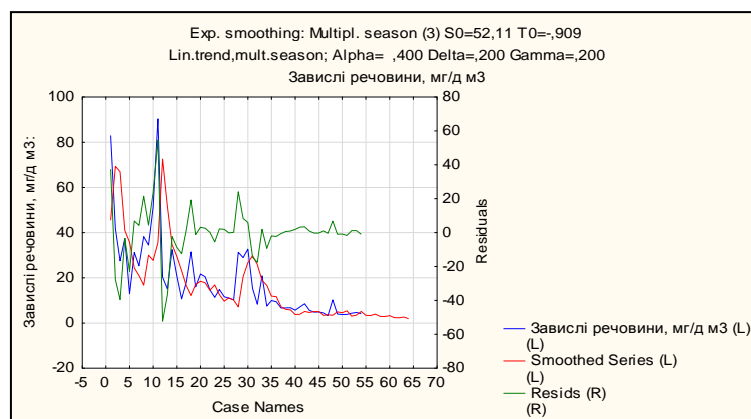


Рис. В.1.5 Прогноз вмісту завислих речовин

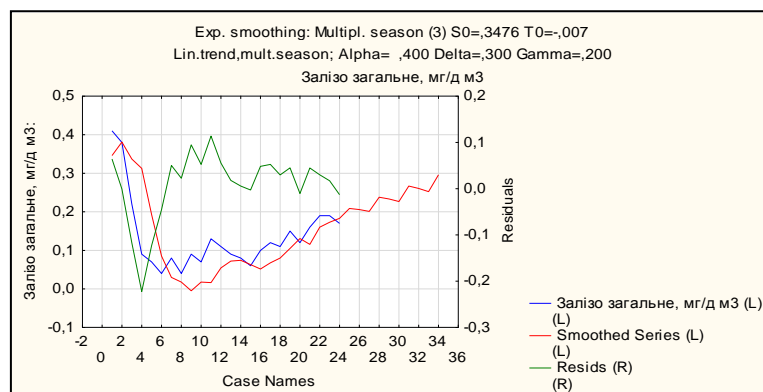


Рис. В.1.6 Прогноз вмісту заліза загального

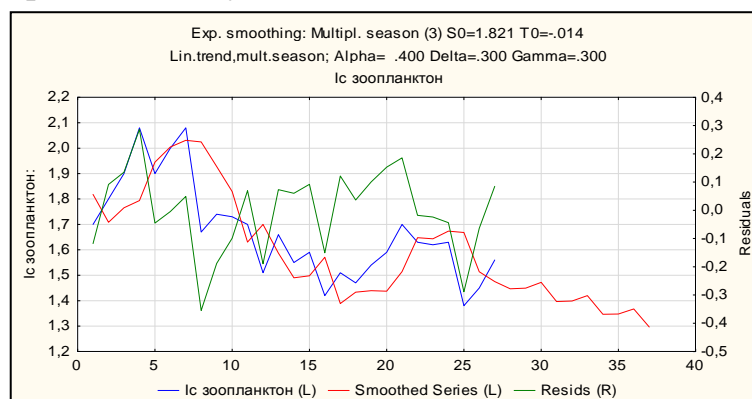


Рис. В.1.7 Прогноз значень Іс (зоопланктон)

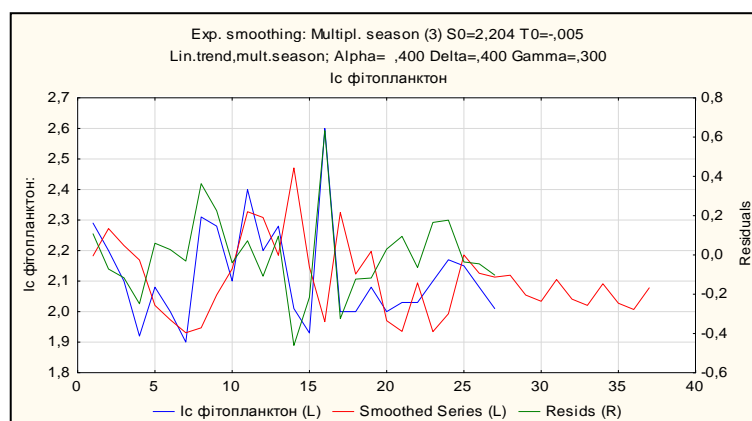


Рис. В.1.8 Прогноз значень Іс (фітопланктон)

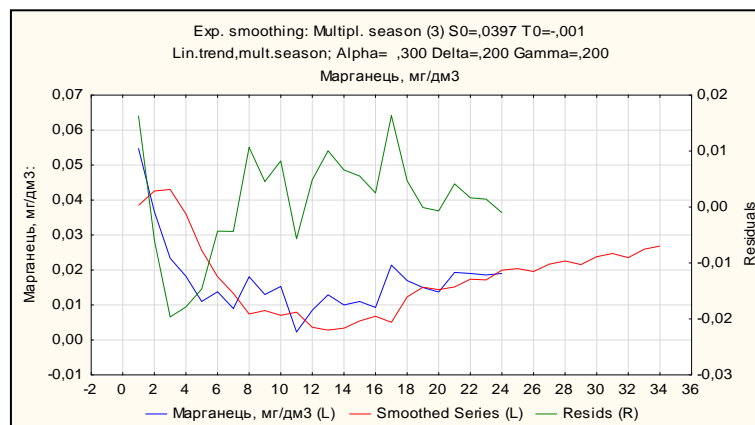


Рис. В.1.9 Прогноз вмісту марганцю

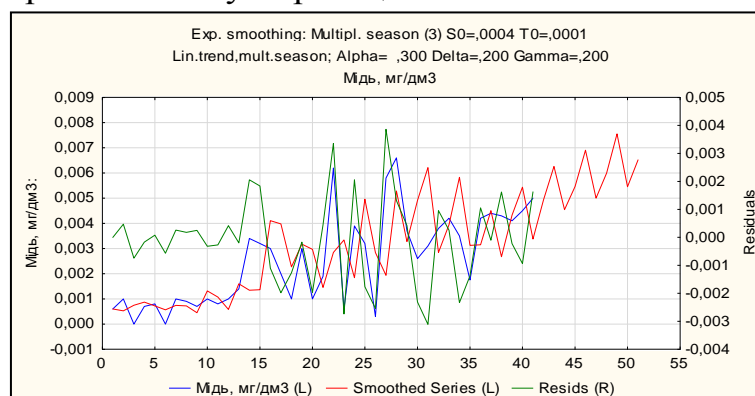


Рис. В.1.10 Прогноз вмісту міді

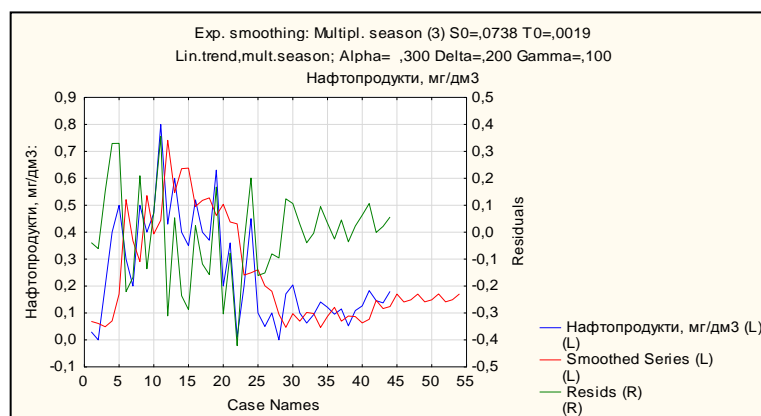


Рис. В.1.11 Прогноз вмісту нафтопродуктів

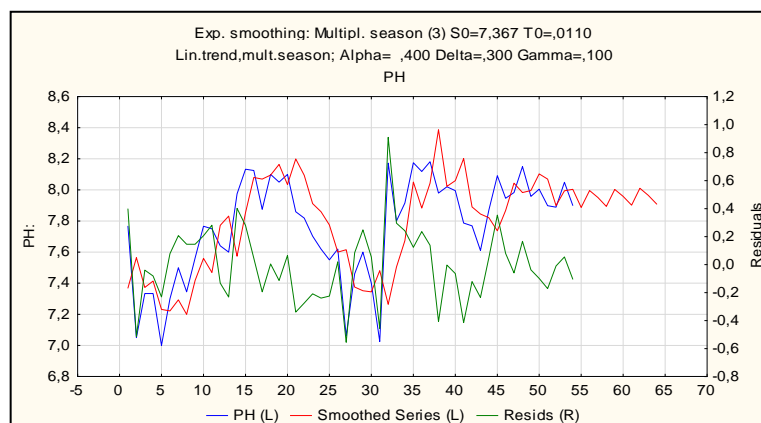


Рис. В.1.12 Прогноз значень рН



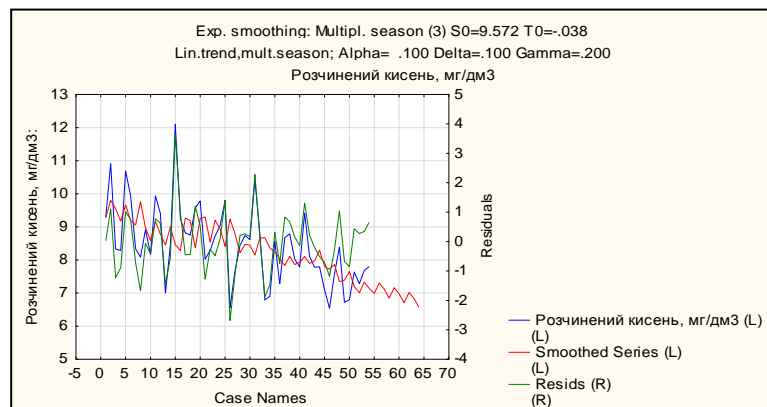


Рис. В.1.13 Прогноз вмісту розчиненого кисню

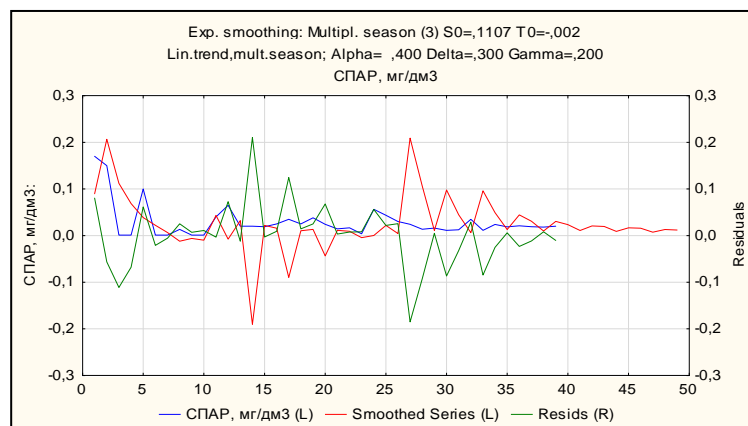


Рис. В.1.14 Прогноз вмісту СПАР

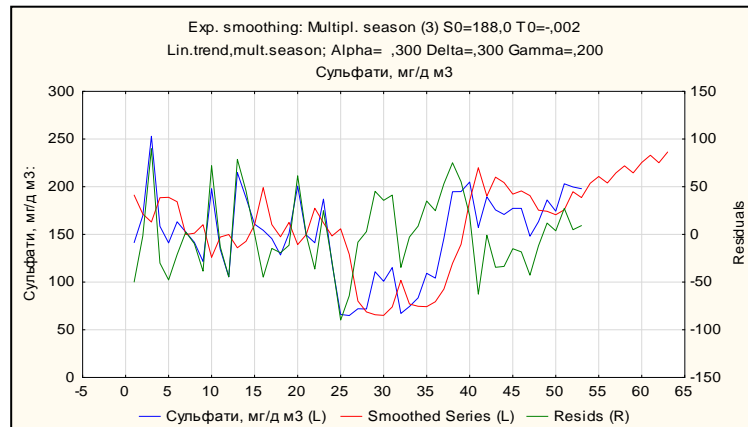


Рис. В.1.15 Прогноз вмісту сульфатів

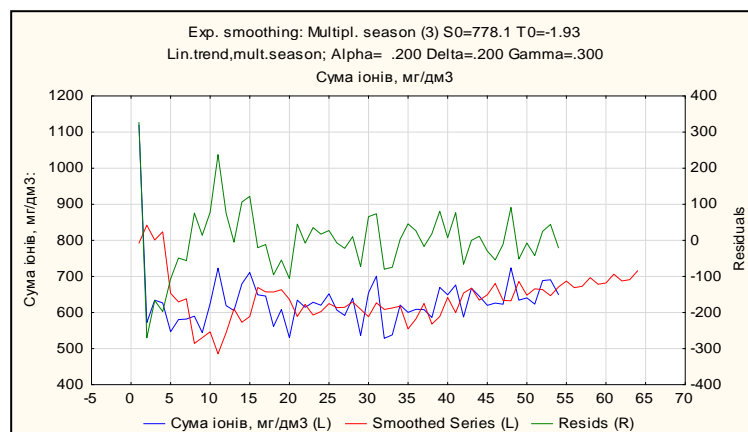


Рис. В.1.16 Прогноз вмісту суми іонів

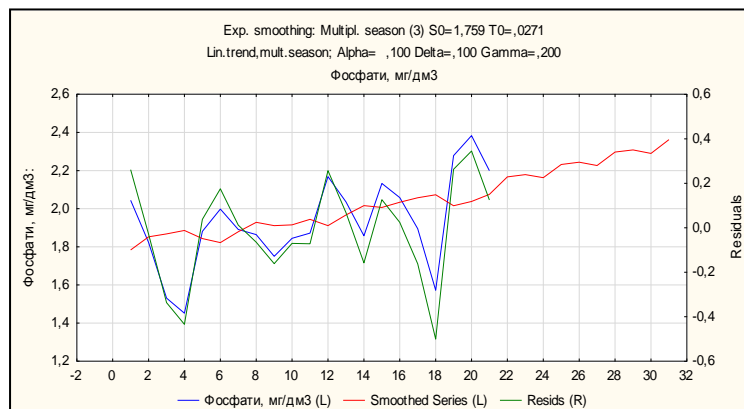


Рис. В.1.17 Прогноз вмісту фосфатів

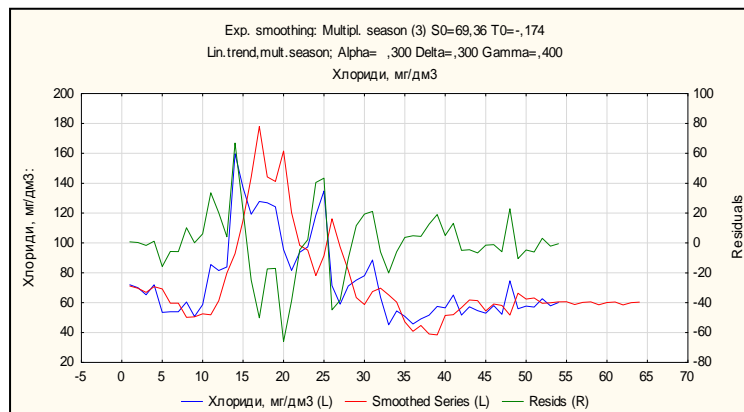


Рис. В.1.18 Прогноз вмісту хлоридів

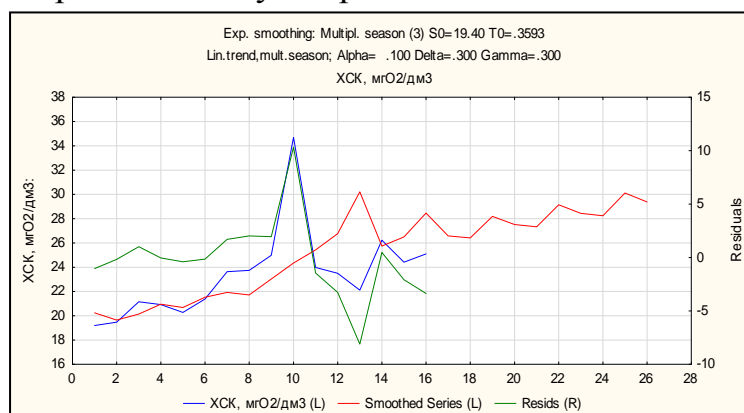


Рис. В.1.19 Прогноз значень ХСК

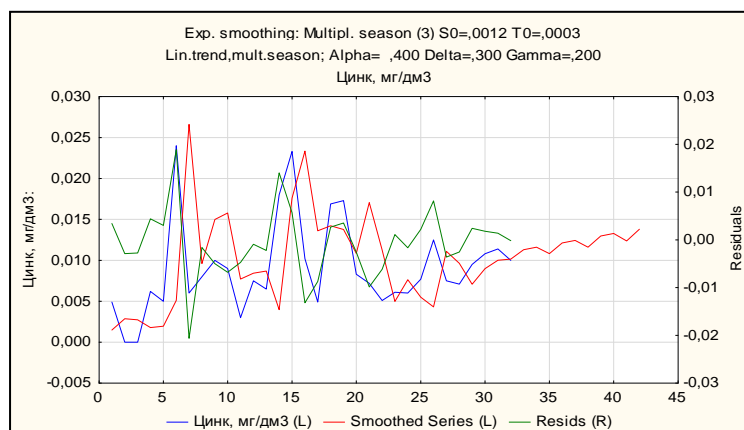


Рис. В.1.20 Прогноз вмісту цинку

## Додаток В.2 - Прогноз екологічного стану р. Сіверський Донець, пункт вище м. Ізюм

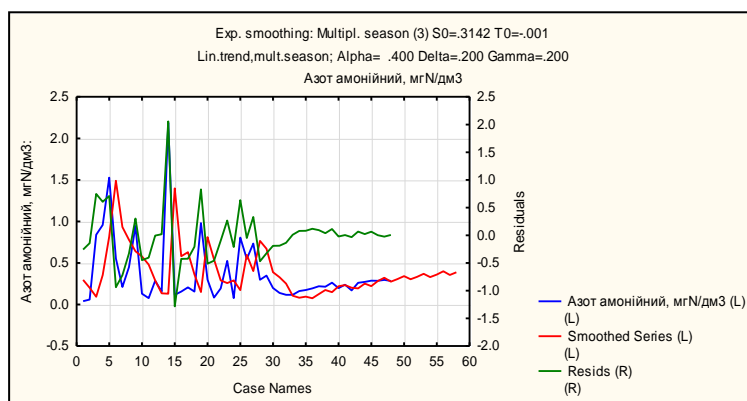


Рис. В.2.1 Прогноз вмісту азоту амонійного

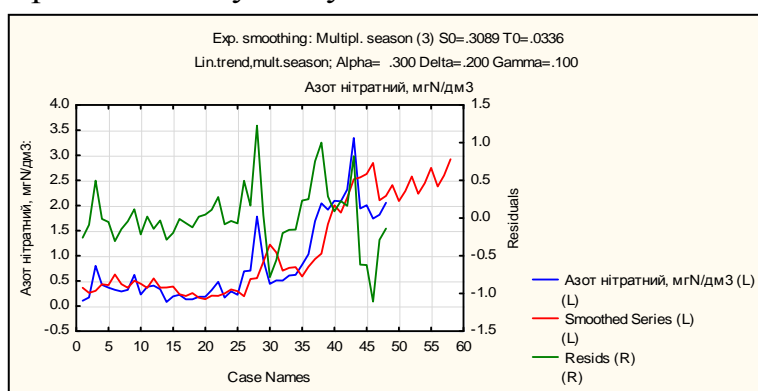


Рис. В.2.2 Прогноз вмісту азоту нітратного

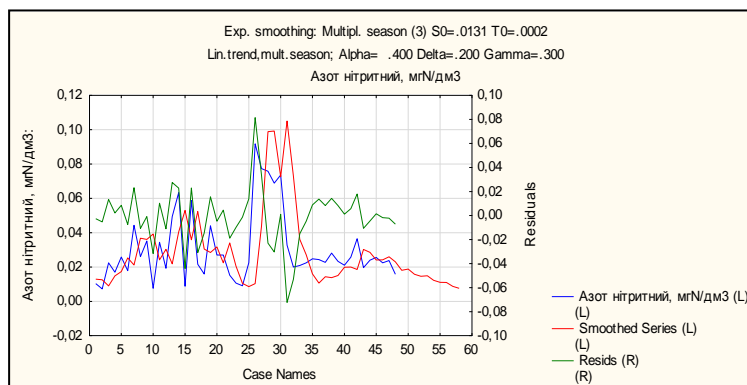


Рис. В.2.3 Прогноз вмісту азоту нітритного

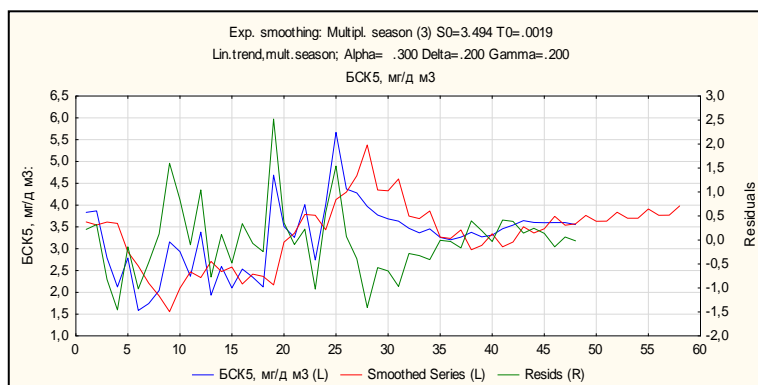


Рис. В.2.4 Прогноз значень БСК<sub>5</sub>

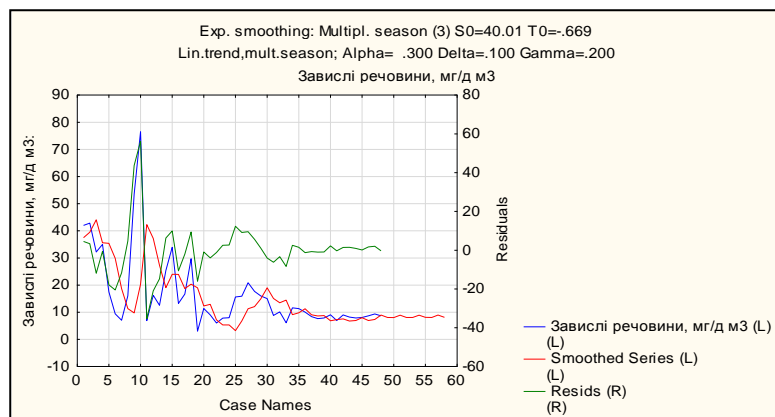


Рис. В.2.5 Прогноз вмісту завислих речовин

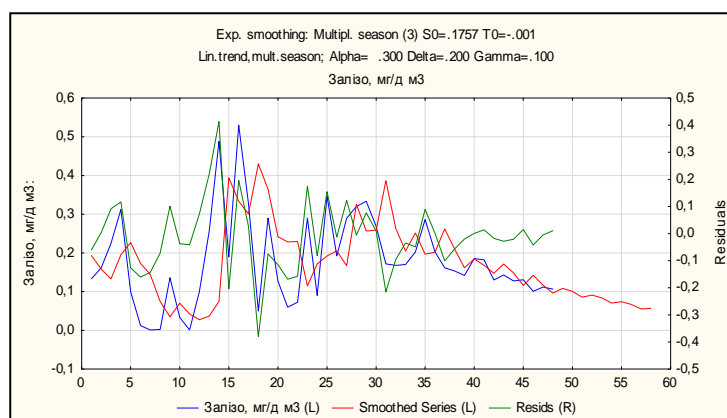


Рис. В.2.6 Прогноз вмісту заліза загального

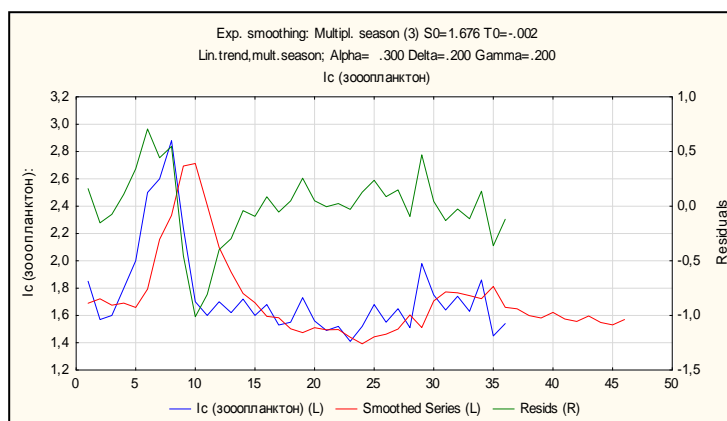


Рис. В.2.7 Прогноз значень Ic (зоопланктон)

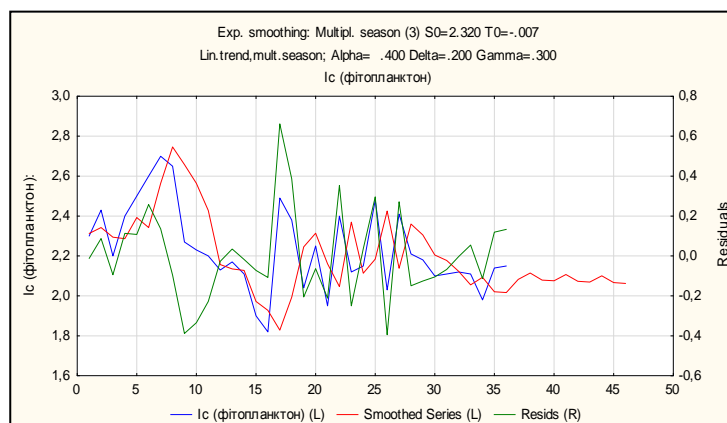


Рис. В.2.8 Прогноз значень Ic (фітопланктон)

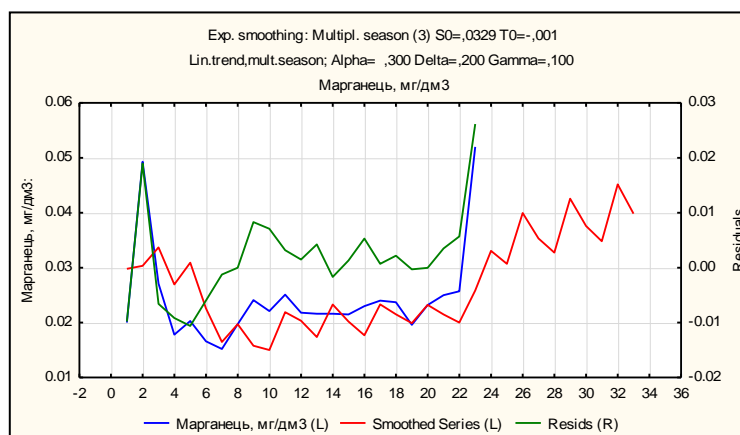


Рис. В.2.9 Прогноз вмісту марганцю

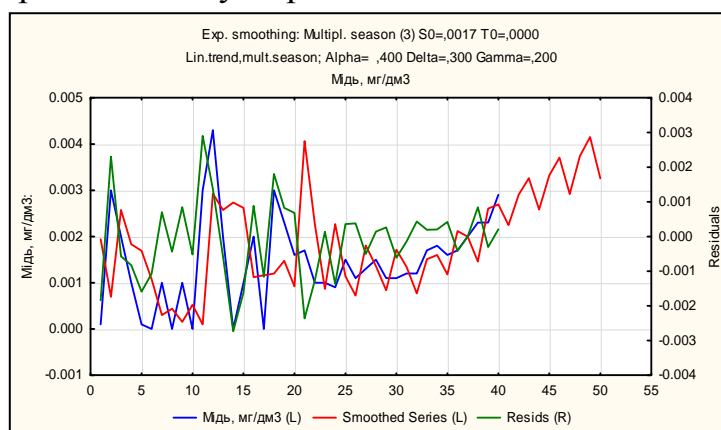


Рис. В.2.10 Прогноз вмісту міді

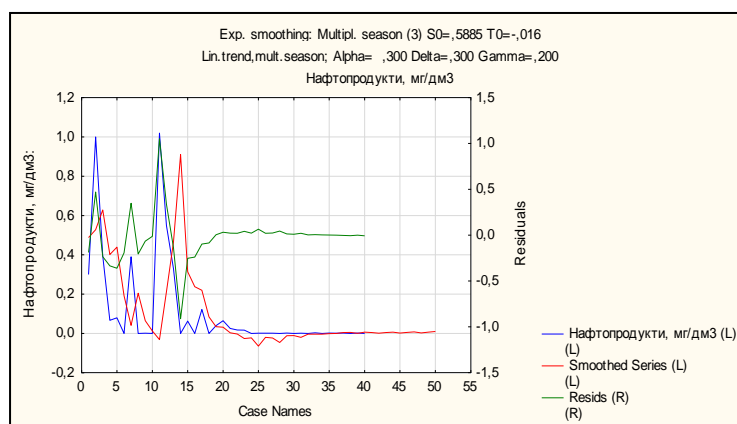


Рис. В.2.11 Прогноз вмісту нафтопродуктів

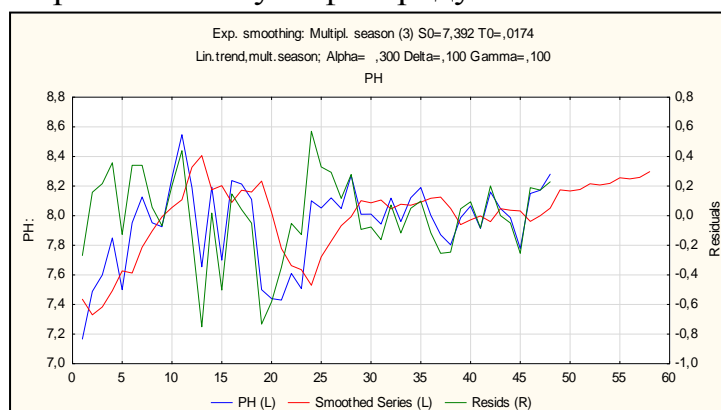


Рис. В.2.12 Прогноз значень рН

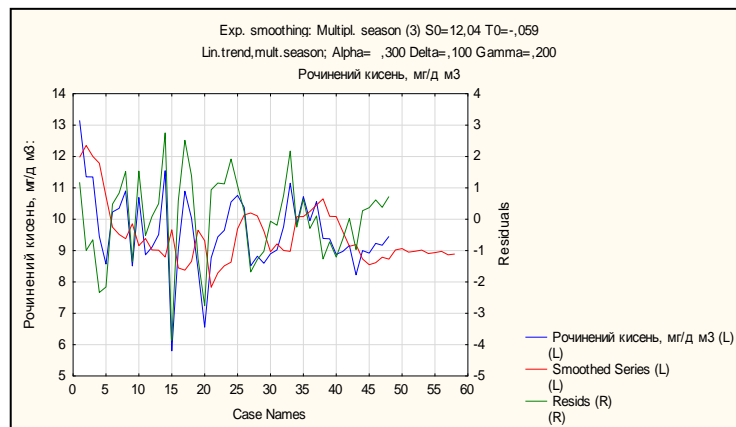


Рис. В.2.13 Прогноз вмісту розчиненого кисня

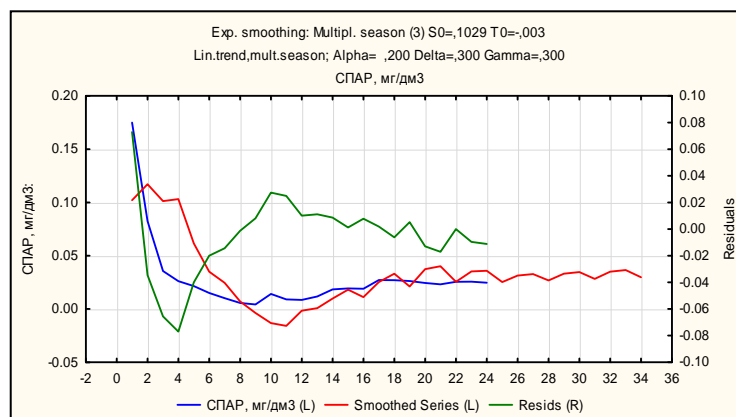


Рис. В.2.14 Прогноз вмісту СПАР

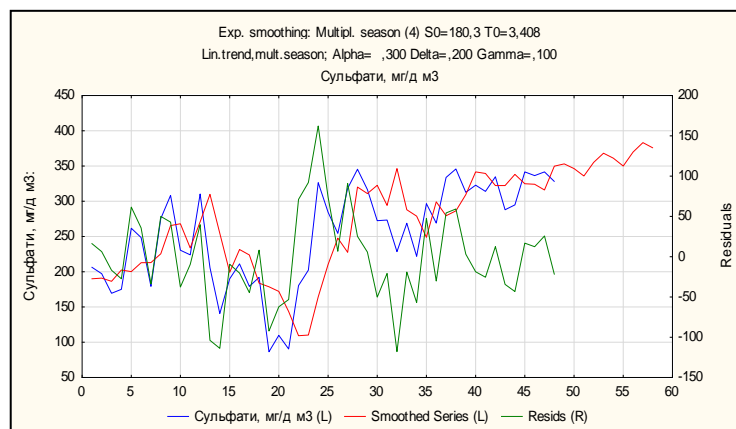


Рис. В.2.15 Прогноз вмісту сульфатів

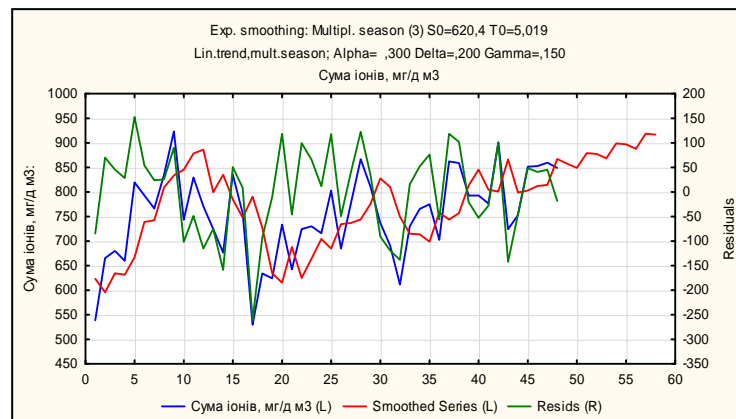


Рис. В.2.16 Прогноз значень суми іонів

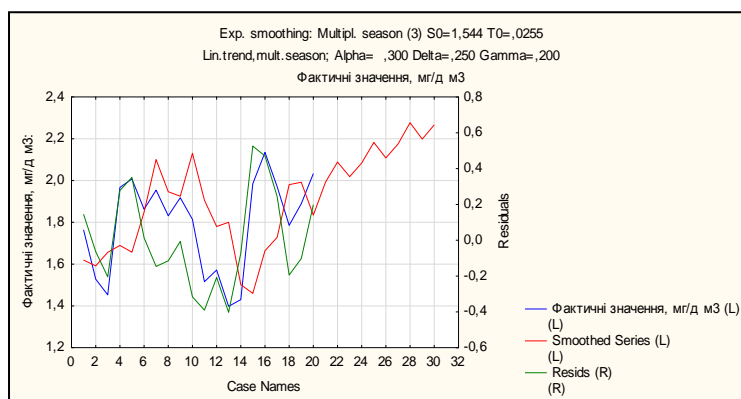


Рис. В.2.17 Прогноз вмісту фосфатів

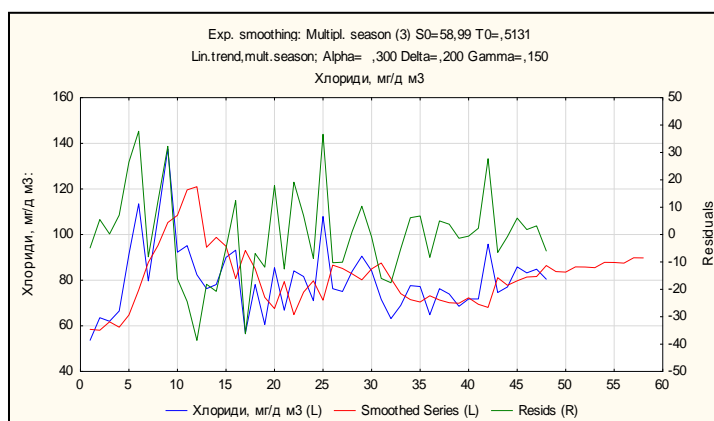


Рис. В.2.18 Прогноз вмісту хлоридів

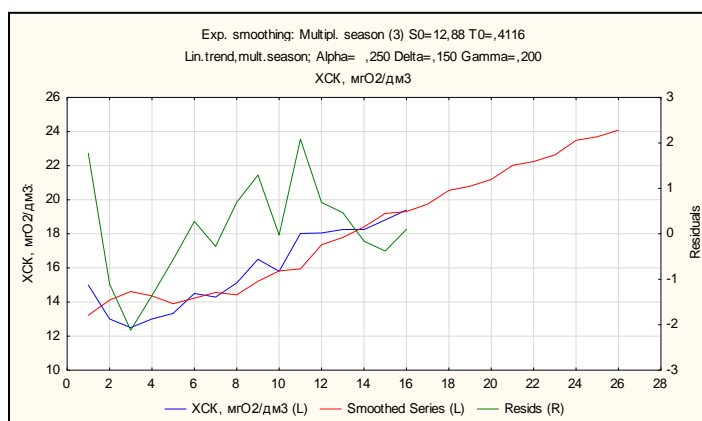


Рис. В.2.19 Прогноз значень ХСК

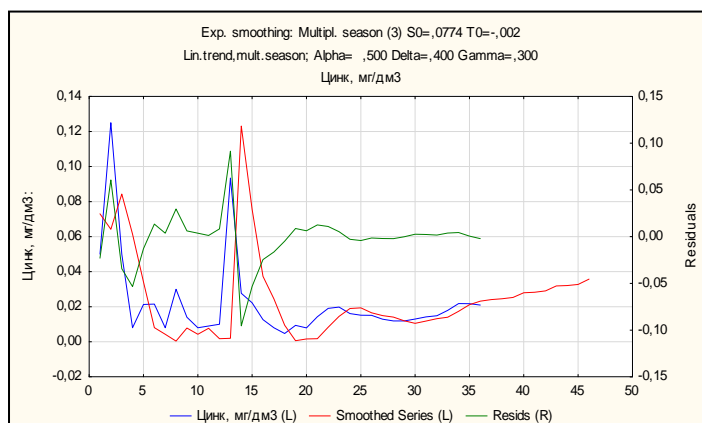


Рис. В.2.20 Прогноз вмісту цинку

### Додаток В.3 – Прогноз екологічного стану р. Уди

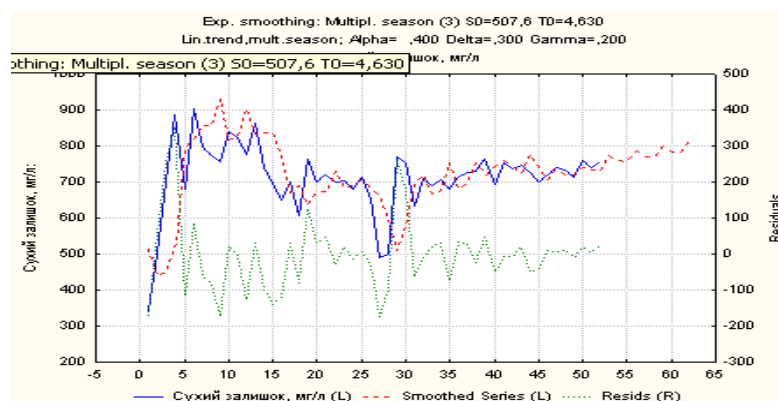


Рис. В.3.1 Прогноз вмісту суми іонів

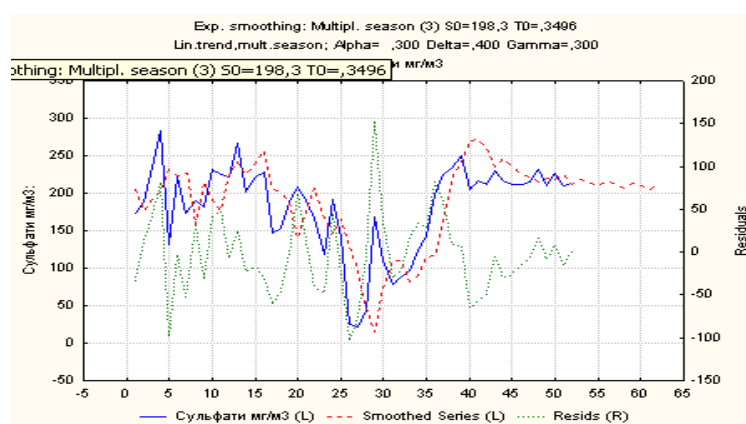


Рис. В. 3.2 Прогноз вмісту сульфатів

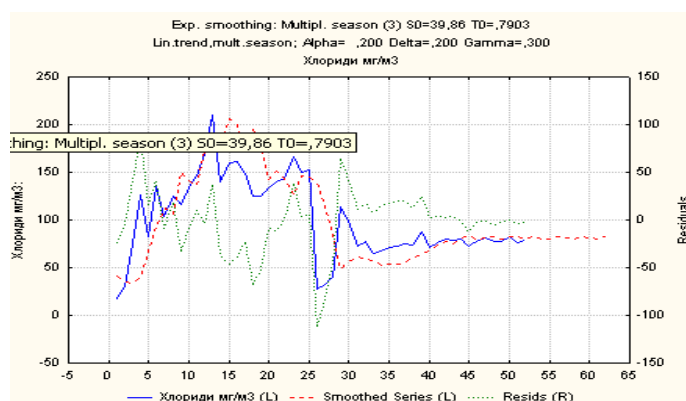


Рис. В. 3.3 Прогноз вмісту хлоридів

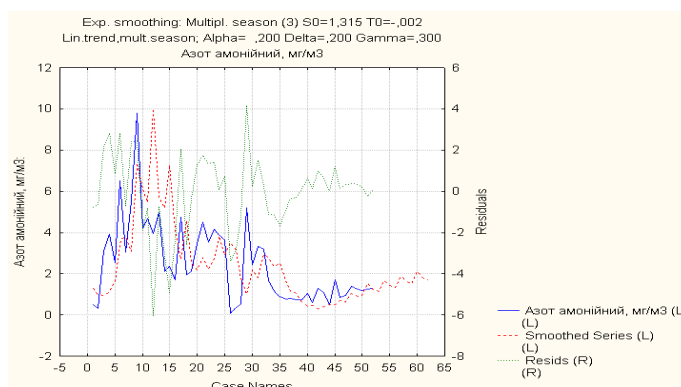


Рис. В. 3.4 Прогноз вмісту азоту амонійного



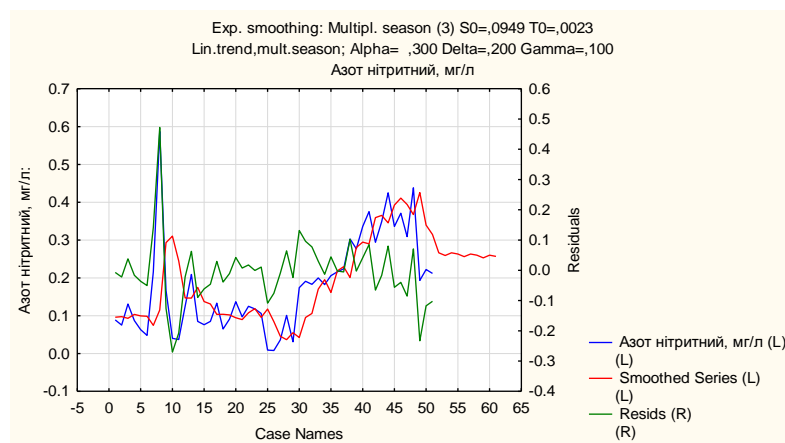


Рис. В. 3.5 Прогноз вмісту азоту нітритного

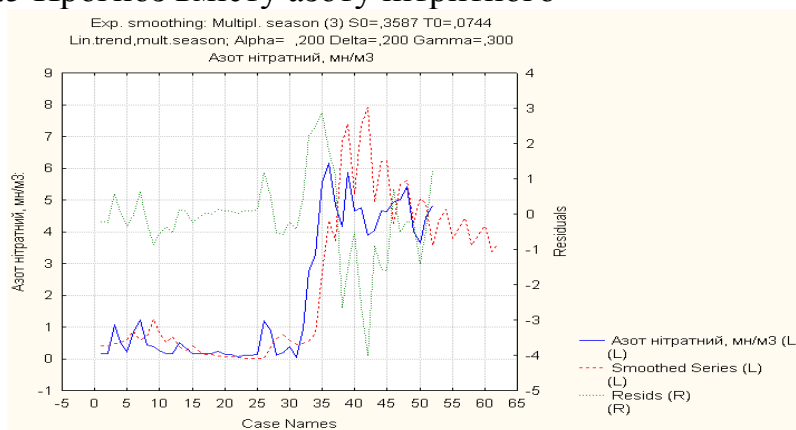


Рис. В. 3.6 Прогноз вмісту азоту нітратного

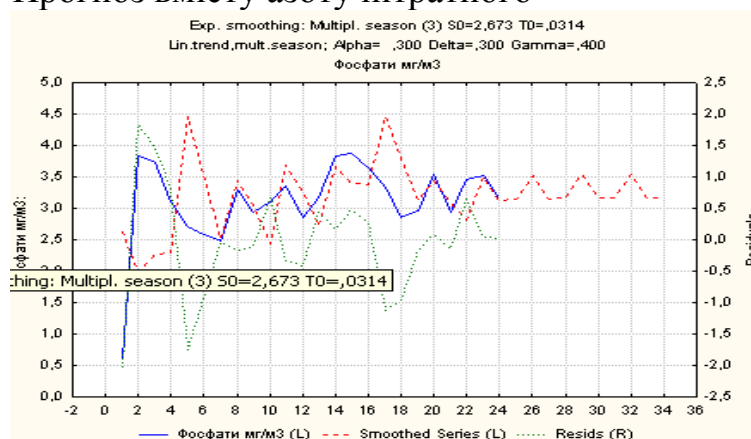
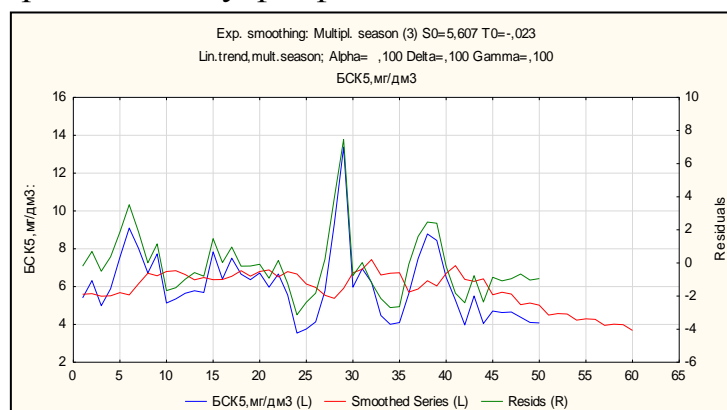


Рис. В. 3.7 Прогноз вмісту фосфатів

Рис. В. 3.8 Прогноз значень БСК<sub>5</sub>

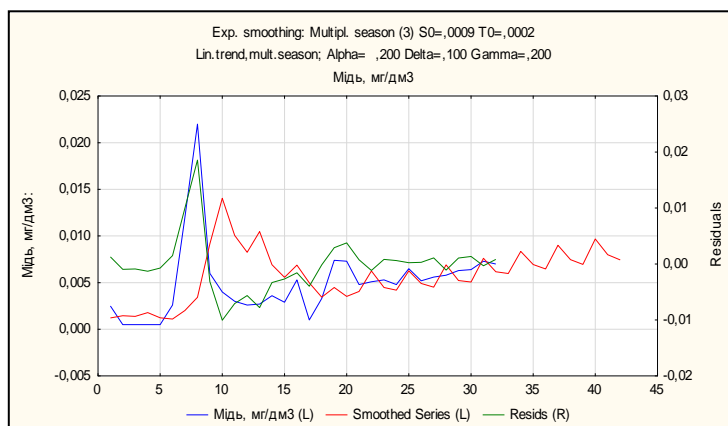


Рис. В. 3.9 Прогноз вмісту міді

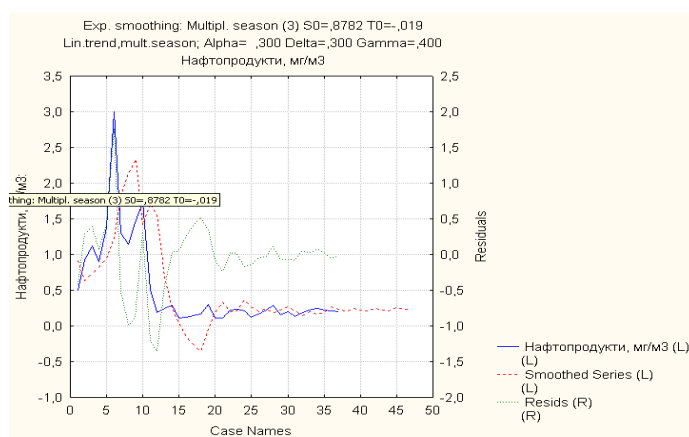


Рис. В. 3.10 Прогноз вмісту нафтопродуктів

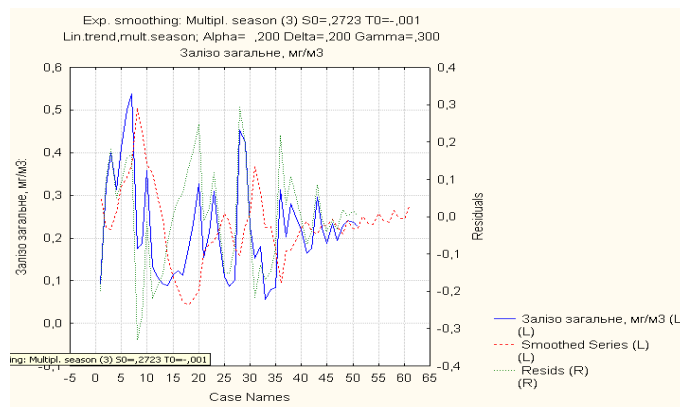


Рис. В. 3.11 Прогноз вмісту заліза загального

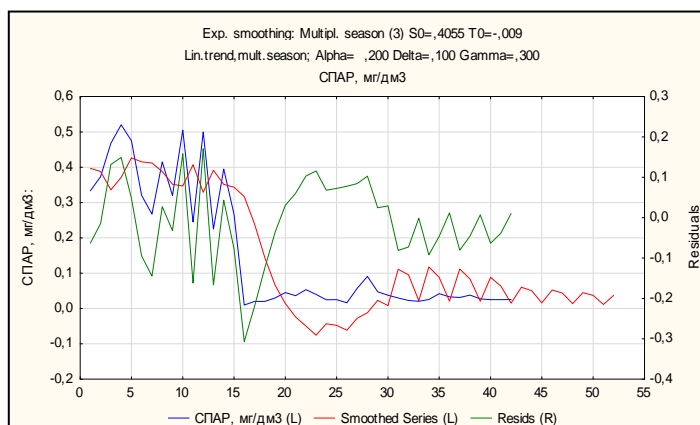


Рис. В. 3.12 Прогноз вмісту СПАР

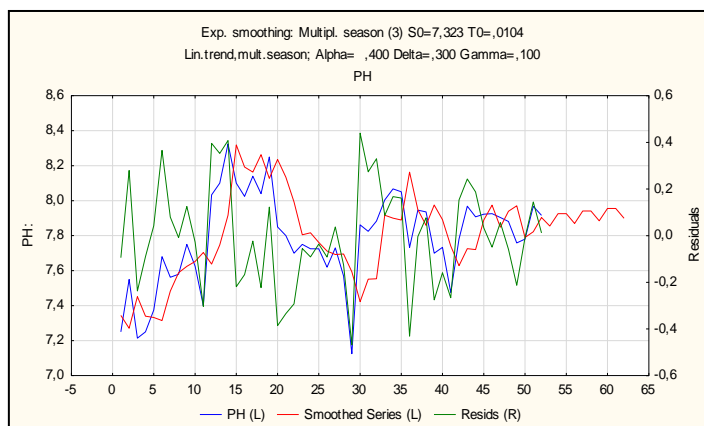


Рис. В. 3.13 Прогноз значень рН

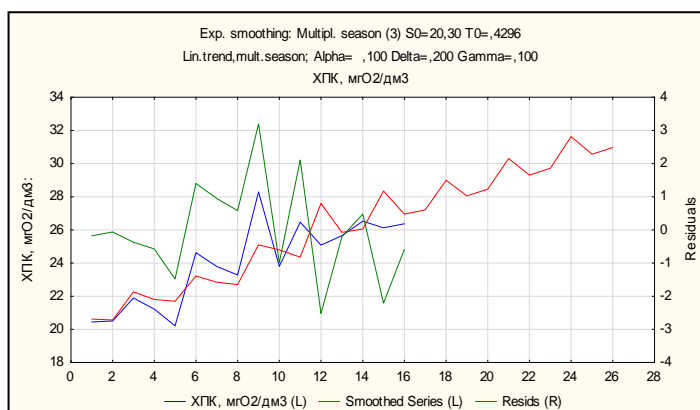


Рис. В. 3.14 Прогноз значень ХСК

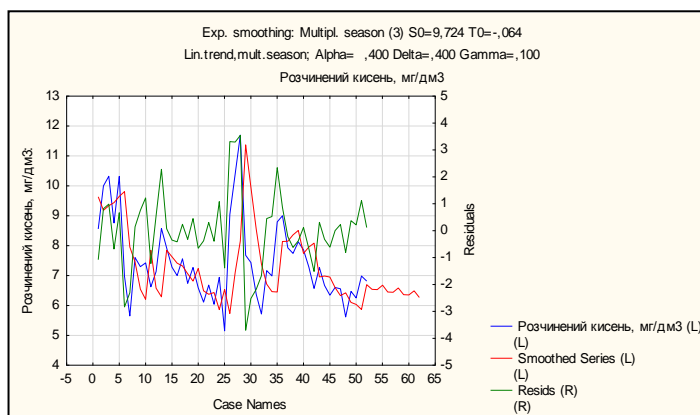


Рис. В. 3.15 Прогноз значень розчиненого кисню

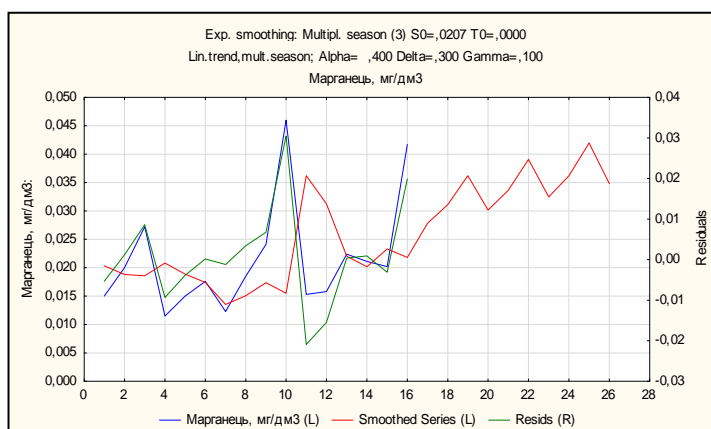


Рис. В. 3.16 Прогноз вмісту марганцю

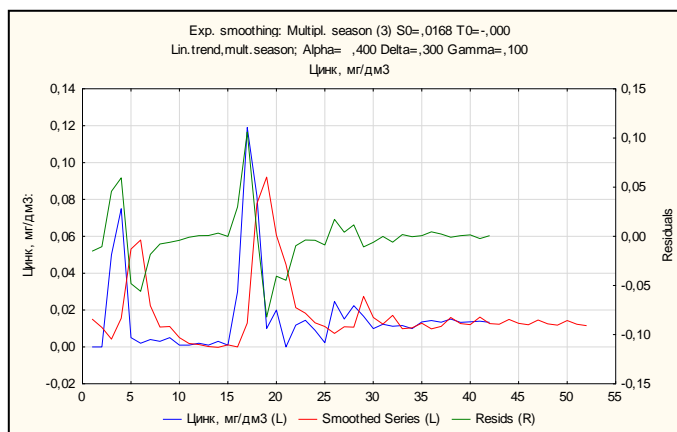


Рис. В. 3.17 Прогноз вмісту цинку

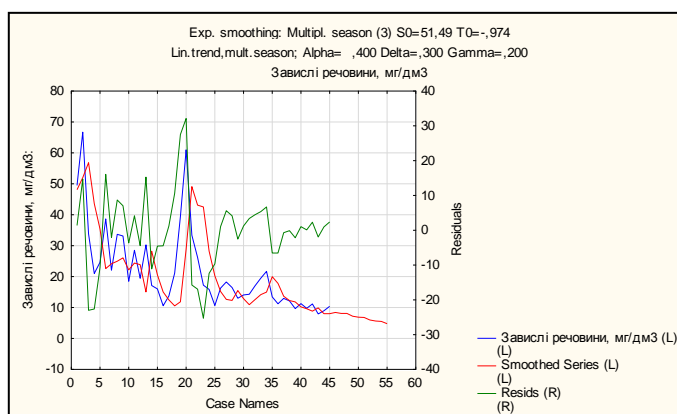


Рис. В. 3.18 Прогноз вмісту завислих речовин

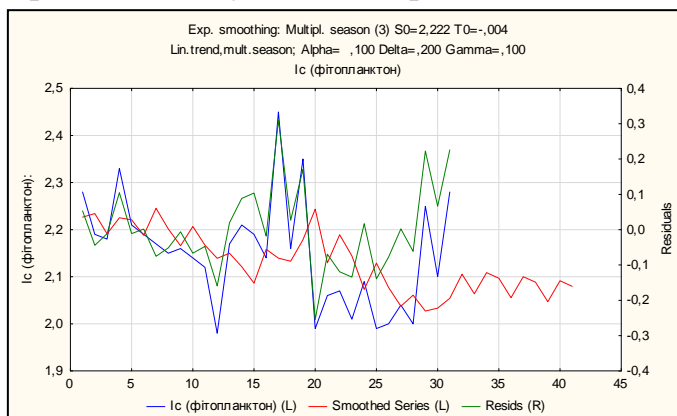


Рис. В. 3.19 - Прогноз значень індексу сапробності (фітопланктон)

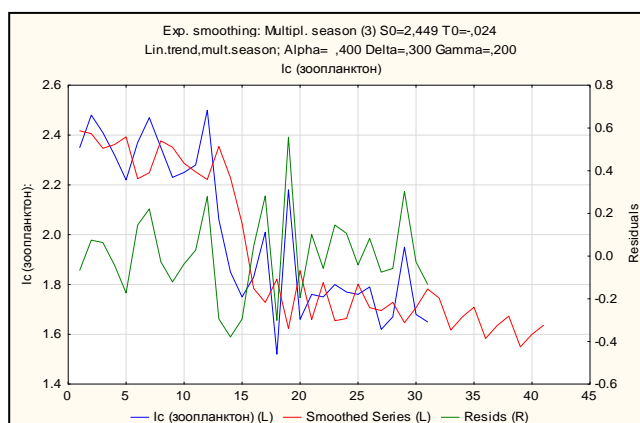


Рис. В. 3.20 Прогноз значень індексу сапробності (зоопланктон)

## Додаток В.4 – Прогноз екологічного стану р. Оскіл

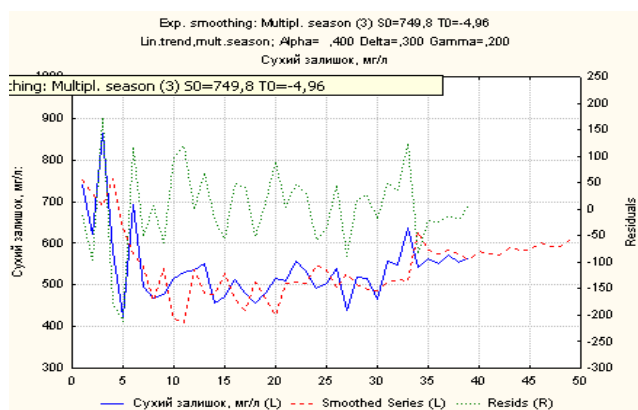


Рис. В.4.1 Прогноз значень суми іонів

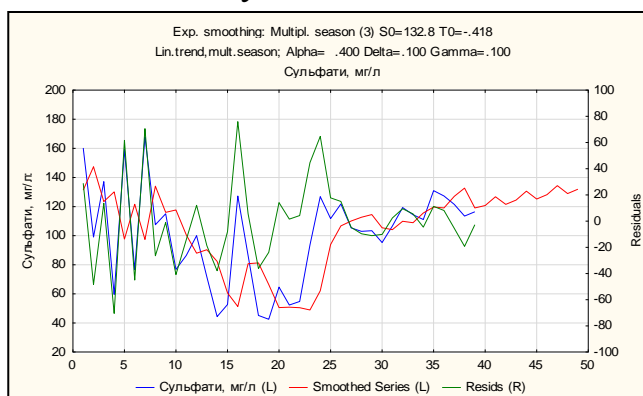


Рис. В. 4.2 Прогноз вмісту сульфатів

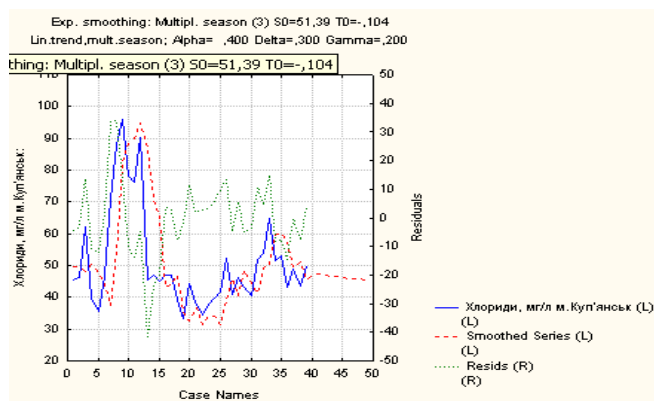


Рис. В. 4.3 Прогноз вмісту хлоридів

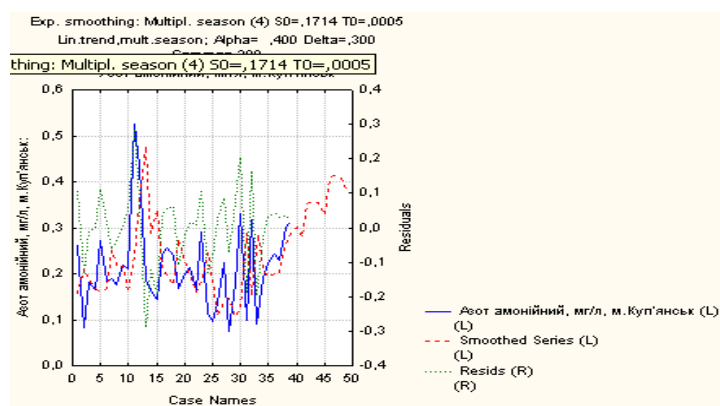


Рис. В. 4.4 Прогноз вмісту азоту амонійного

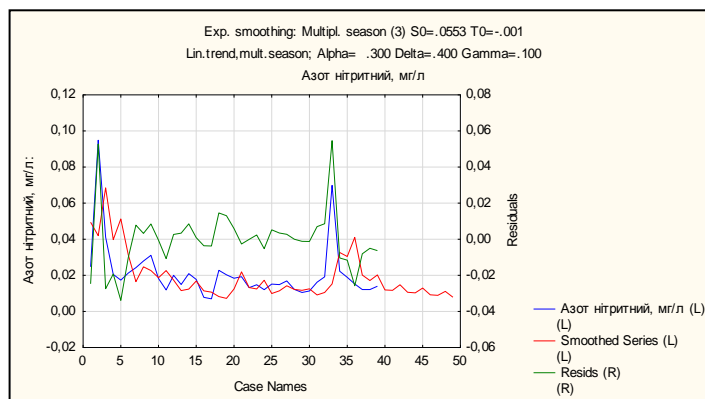


Рис. В. 4.5 Прогноз вмісту азоту нітритного

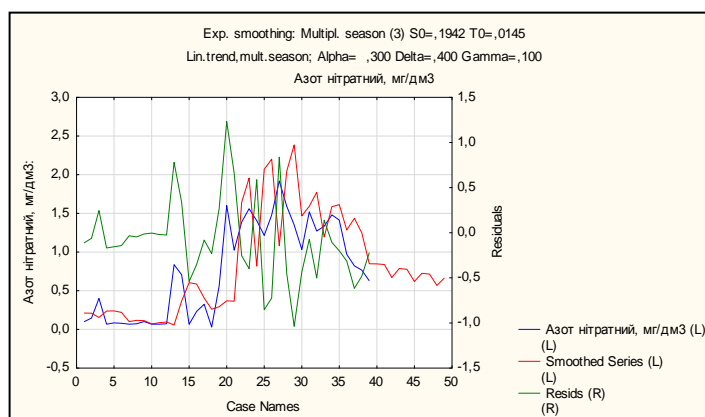


Рис. В. 4.6 Прогноз вмісту азоту нітратного

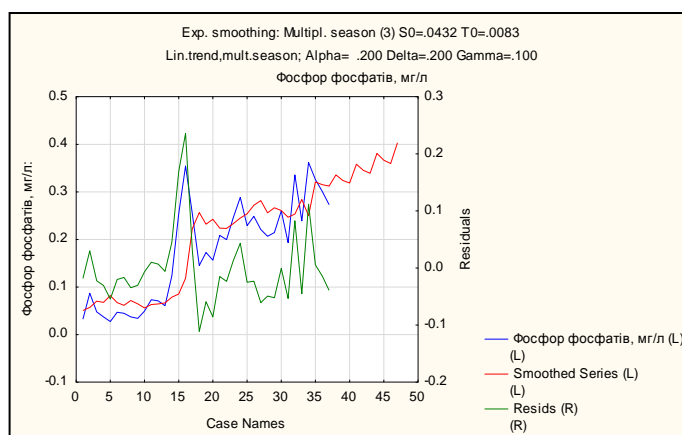
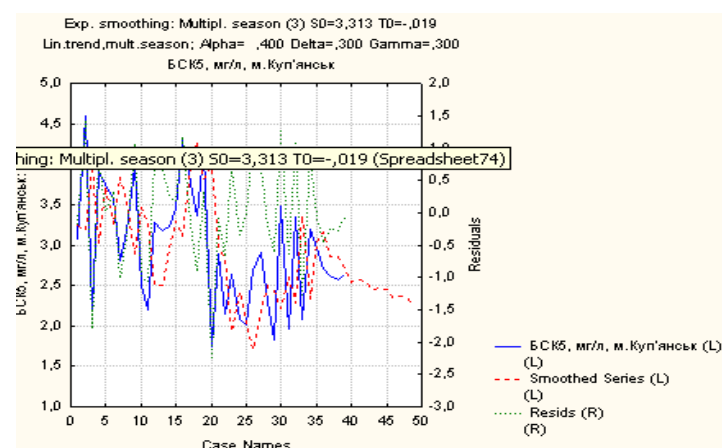


Рис. В. 4.7 Прогноз вмісту фосфатів

Рис. В. 4.8 Прогноз значень БСК<sub>5</sub>

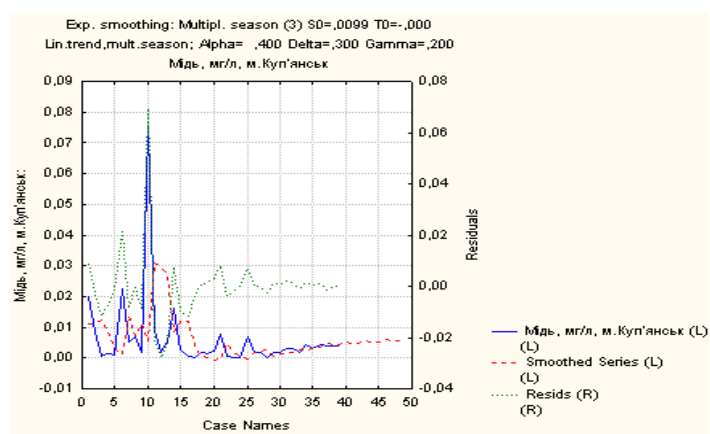


Рис. В. 4.9 Прогноз вмісту міді

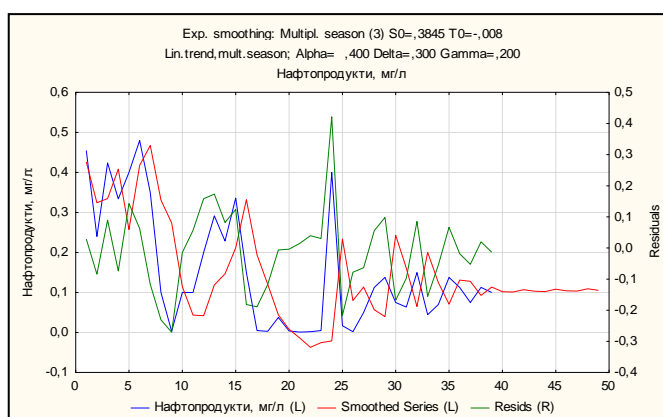


Рис. В. 4.10 Прогноз вмісту нафтопродуктів

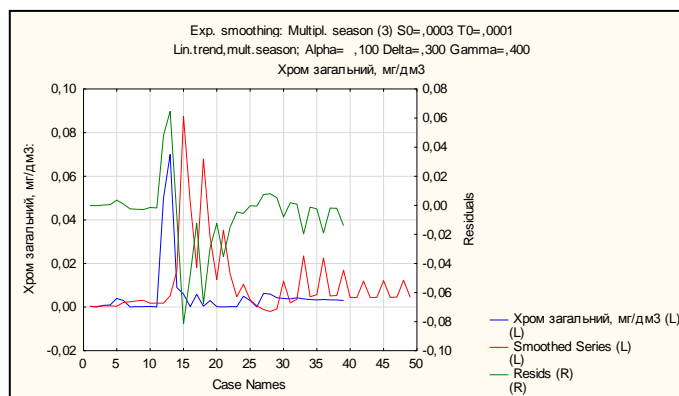


Рис. В. 4.11 Прогноз вмісту заліза загального

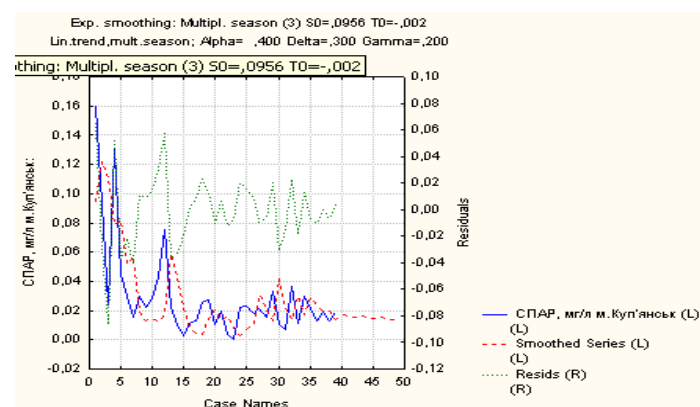


Рис. В. 4.12 Прогноз вмісту СПАР

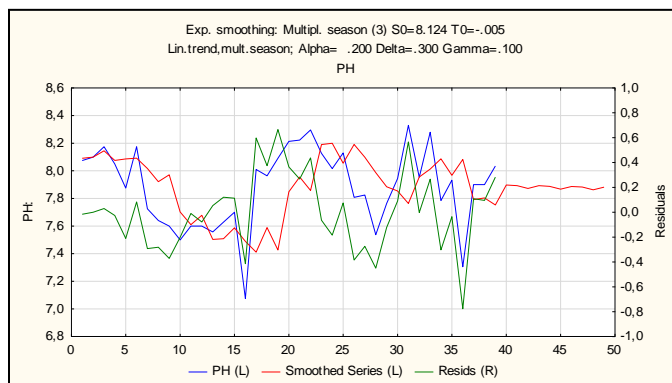


Рис. В. 4.13 Прогноз значень рН у р.Оскіл

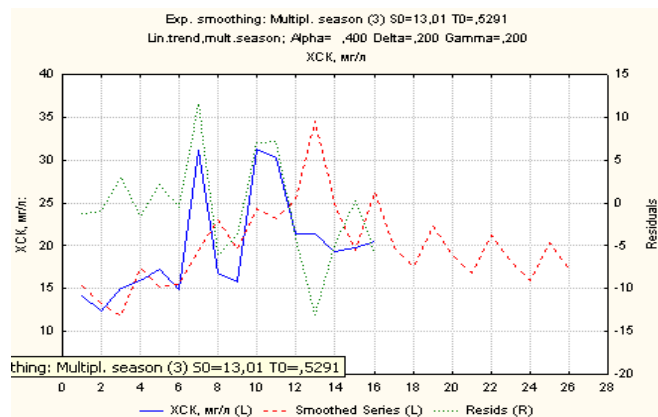


Рис. В. 4.14 Прогноз значень ХСК

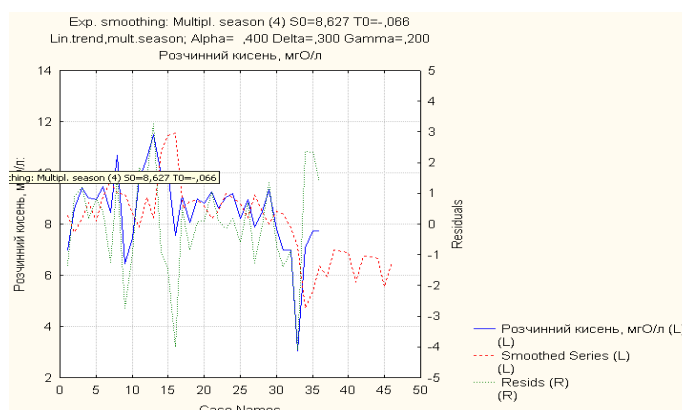


Рис. В. 4.15 Прогноз значень розчиненого кисню

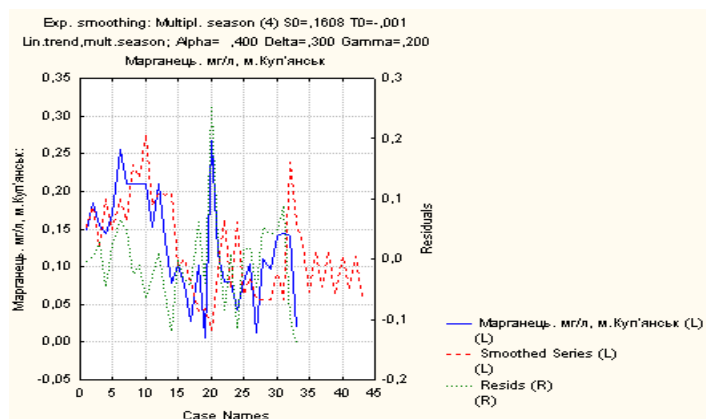


Рис. В. 4.16 Прогноз концентрацій марганцю



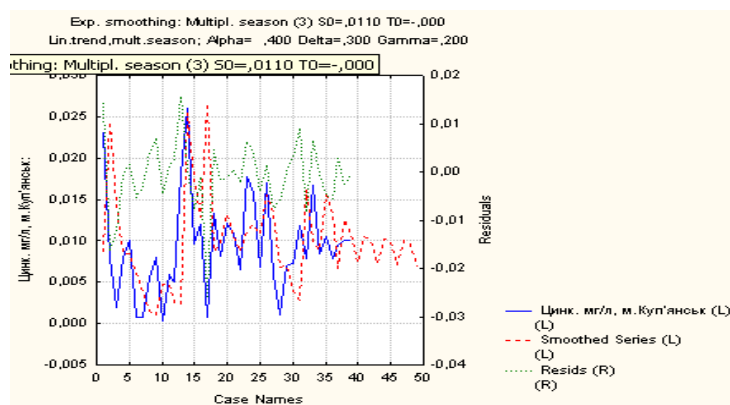


Рис. В. 4.17 Прогноз концентрацій цинку

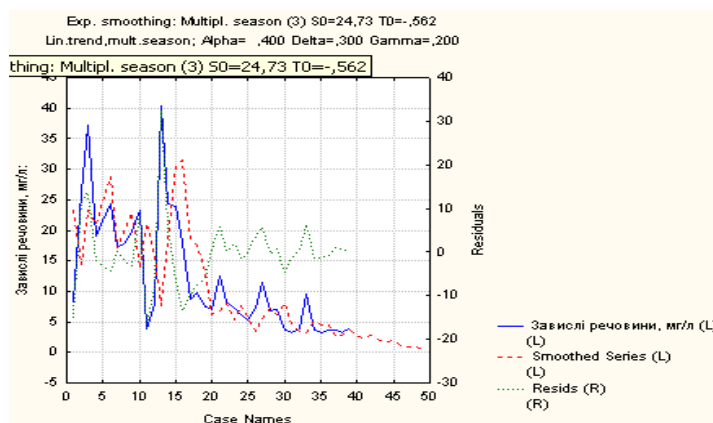


Рис. В. 4.18 Прогноз концентрацій завислих речовин

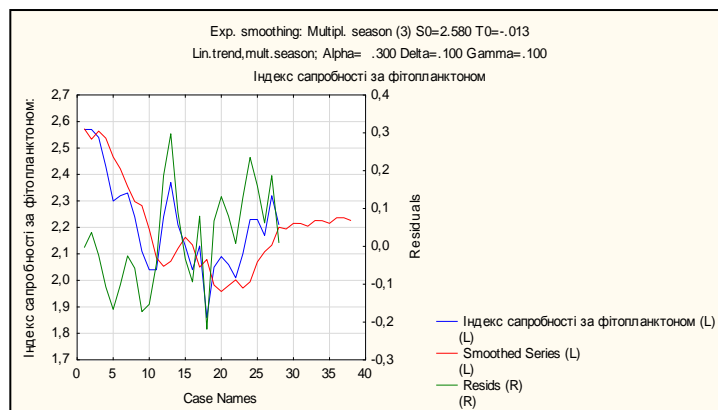


Рис. В. 4.19 Прогноз значень індексу сапробності (фітопланктон)

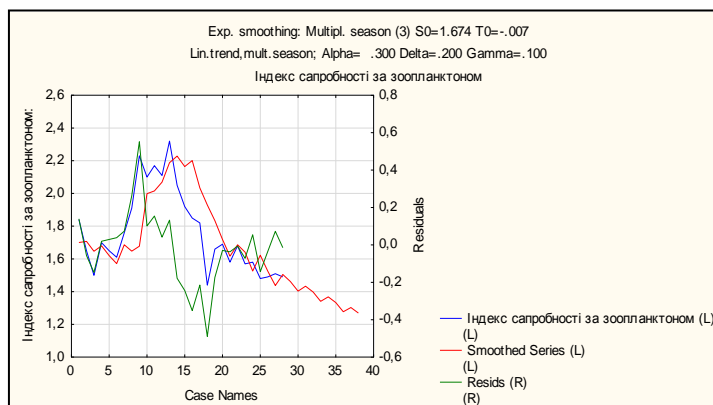


Рис. В. 4.20 Прогноз значень індексу сапробності (зоопланктон)

Таблиця В.1

## Прогнозні значення показників в р. Сіверський Донець, пункт вище м. Ізюм

№ з/п	Показник	Прогнозні значення									
		Роки									
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	3.76	3.63	3.63	3.84	3.70	3.70	3.91	3.77	3.77	<b>3.98</b>
2.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,018	0,019	0,016	0,015	0,015	0,012	0,011	0,011	0,009	<b>0,008</b>
3.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0.31	0.34	0.31	0.33	0.37	0.33	0.36	0.40	0.36	<b>0.39</b>
4.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	2.41	2.09	2.29	2.58	2.23	2.44	2.75	2.38	2.60	<b>2.92</b>
5.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	8.07	8.05	8.90	8.10	8.08	8.93	8.13	8.10	8.96	<b>8.15</b>
6.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	<b>0.06</b>
7.	Іс (зоопланктон)	1.65	1.60	1.58	1.62	1.57	1.56	1.60	1.55	1.53	<b>1.57</b>
8.	Іс (фітопланктон)	2.08	2.11	2.08	2.08	2.11	2.07	2.07	2.10	2.07	<b>2.06</b>
9.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,001	0,004	0,007	0,002	0,006	0,008	0,002	0,007	<b>0,010</b>
10.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	<b>0.04</b>
11.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,002	0,003	0,002	0,0033	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003
12.	рН	8.17	8.17	8.18	8.22	8.21	8.22	8.26	8.25	8.26	<b>8.30</b>
13.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	9.02	9.06	8.95	8.98	9.02	8.91	8.93	8.98	8.86	<b>8.89</b>
14.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,031	0,033	0,027	0,033	0,035	0,028	0,035	0,037	<b>0,030</b>
15.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	353	346	335	355	368	361	350	369	383	<b>376</b>
16.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	857	849	878	877	868	898	897	887	918	<b>916</b>
17.	Фосфати мгР/дм <sup>3</sup>	1.99	2.09	2.02	2.08	2.18	2.11	2.18	2.28	2.20	<b>2.27</b>
18.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	83.8	83.5	85.8	85.8	85.5	87.8	87.8	87.5	89.9	<b>89.8</b>
19.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	19.7	20.5	20.8	21.2	22.0	22.2	22.6	23.5	23.7	<b>24.1</b>
20.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,024	0,025	0,025	0,028	0,028	0,029	0,032	0,032	0,033	<b>0,036</b>

Таблиця В.2

## Прогнозні значення показників в р.Сіверський Донець, пункт вище м. Зміїв

№ з/п	Показник	Прогнозні значення									
		Роки									
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	3.34	3.27	3.27	3.55	3.46	3.47	3.75	3.66	3.66	<b>3.96</b>
2.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,038	0,037	0,026	0,030	0,029	0,020	0,022	0,020	0,013	<b>0,014</b>
3.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,362	0,436	0,341	0,381	0,458	0,358	0,400	0,480	0,375	<b>0,418</b>
4.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	3.43	3.41	2.96	3.39	3.37	2.92	3.35	3.33	2.89	<b>3.31</b>
5.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	3.44	3.37	3.95	2.93	2.85	3.31	2.43	2.34	2.67	<b>1.93</b>
6.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,21	0,21	0,20	0,24	0,23	0,23	0,27	0,26	0,25	0,30
7.	Іс (зоопланктон)	1.45	1.45	1.47	1.40	1.40	1.42	1.35	1.35	1.37	<b>1.30</b>
8.	Іс (фітопланктон)	2.12	2.05	2.03	2.11	2.04	2.02	2.09	2.03	2.01	<b>2.08</b>
9.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	<b>0.03</b>
10.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0.17	0.14	0.15	0.17	0.14	0.15	0.17	0.14	0.15	<b>0.17</b>
11.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,004	0,006	0,004	0,005	0,006	0,005	0,006	0,007	0,005	<b>0,006</b>
12.	рН	7.89	8.00	7.95	7.89	8.00	7.96	7.90	8.01	7.97	<b>7.91</b>
13.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	6.99	7.31	7.13	6.85	7.16	6.98	6.71	7.02	6.84	<b>6.57</b>
14.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	<b>0.01</b>
15.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	203	210	203	214	222	214	225	233	225	<b>236</b>
16.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	686	668	672	696	678	681	706	687	691	715
17.	Фосфати мгР/дм <sup>3</sup>	2.17	2.18	2.16	2.23	2.24	2.23	2.30	2.31	2.29	2.36
18.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	60.66	58.75	60.23	60.56	58.66	60.14	60.46	58.57	60.04	<b>60.37</b>
19.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	26.58	26.42	28.18	27.51	27.34	29.15	28.44	28.25	30.11	<b>29.37</b>
20.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,012	0,011	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,012	0,014

Таблиця В.3

## Прогнозні значення показників в р. Оскіл

№ з/п	Показник	Прогнозні значення									
		Роки									
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	2.52	2.568	2.56	2.431	2.46	2.46	2.33	2.37	2.35	2.24
2.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0.012	0.012	0.014	0.010	0.01	0.01	0.009	0.008	0.011	<b>0.007</b>
3.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	0.301	0.28	0.351	0.358	0.355	0.328	0.409	0.414	0.409	<b>0.375</b>
4.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	0.84	0.83	0.67	0.78	0.77	0.61	0.72	0.716	0.56	<b>0.665</b>
5.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	2.69	2.45	2.86	1.95	1.71	1.90	1.21	0.97	0.94	0.47
6.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0.004	0.004	0.011	0.004	0.004	0.012	0.004	0.004	0.012	<b>0.004</b>
7.	Іс (зоопланктон)	1.46	1.40	1.43	1.39	1.34	1.36	1.33	1.27	1.3	<b>1.26</b>
8.	Іс (фітопланктон)	2.19	2.21	2.215	2.2	2.22	2.22	2.21	2.23	2.23	<b>2.22</b>
9.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0.10	0.101	0.106	0.103	0.102	0.108	0.104	0.103	0.109	<b>0.105</b>
10.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0.126	0.066	0.12	0.07	0.119	0.062	0.114	0.07	0.113	<b>0.059</b>
11.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006
12.	pH	7.89	7.89	7.87	7.89	7.88	7.86	7.88	7.88	7.86	<b>7.82</b>
13.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	5.9	6.97	6.94	6.90	5.76	6.73	6.70	6.67	5.54	<b>6.50</b>
14.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0.017	0.016	0.015	0.016	0.01	0.014	0.015	0.014	0.013	0.014
15.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	120	126	121	124	130	125	128	134	128	<b>131</b>
16.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	580	573	573	590	583	582	600	592	591	<b>609</b>
17.	Фосфати мгР/дм <sup>3</sup>	0.335	0.32	0.318	0.358	0.345	0.338	0.380	0.36	0.359	0.403
18.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	46.97	47.3	47.3	46.1	46.5	46.4	45.3	45.7	45.6	44.5
19.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	19.72	17.5	22.2	18.9	16.7	21.3	18.1	16.0	20.35	17.29
20.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0.007	0.01	0.01	0.007	0.01	0.009	0.007	0.01	0.009	<b>0.006</b>

Таблиця В.4

## Прогнозні значення показників в р. Уди

№ з/п	Показник	Прогнозні значення									
		Роки									
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	БСК-5, мгО/дм <sup>3</sup>	4,50	4,58	4,56	4,23	4,30	4,27	3,96	4,02	3,99	<b>3,69</b>
2.	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,266	0,259	0,266	0,263	0,256	0,263	0,260	0,253	0,260	<b>0,257</b>
3.	Азот амонійний, мгN/дм <sup>3</sup>	1,16	1,66	1,43	1,33	1,88	1,62	1,49	2,10	1,80	1,66
4.	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	4,37	4,71	3,80	4,13	4,45	3,58	3,89	4,18	3,36	<b>3,64</b>
5.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	8,40	8,12	8,12	7,19	6,89	6,82	5,98	5,66	5,53	<b>4,77</b>
6.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0,23	0,23	0,26	0,24	0,24	0,27	0,25	0,24	0,27
7.	Іс (зоопланктон)	1,75	1,61	1,67	1,70	1,58	1,63	1,67	1,54	1,60	1,63
8.	Іс (фітопланктон)	2,105	2,063	2,108	2,096	2,055	2,10	2,088	2,047	2,091	2,079
9.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,20	0,24	0,22	0,21	0,25	0,23	0,21	0,26	0,23	<b>0,22</b>
10.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,028	0,031	0,036	0,030	0,034	0,039	0,032	0,036	0,042	<b>0,035</b>
11.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,008	0,007	0,006	0,009	0,007	0,007	0,010	0,008	<b>0,007</b>
12.	рН	7,87	7,92	7,90	7,85	7,93	7,93	7,87	7,94	7,94	<b>7,88</b>
13.	Розчинений кисень, мгО/дм <sup>3</sup>	6,03	5,86	6,70	6,54	6,53	6,68	6,45	6,44	6,58	<b>6,36</b>
14.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,060	0,051	0,016	0,053	0,044	0,014	0,045	0,037	0,011	<b>0,037</b>
15.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	218	214	209	216	211	207	213	209	205	211,2
16.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	773	758	757	786	771	770	799	784	783	<b>812</b>
17.	Фосфати мгР/дм <sup>3</sup>	3,15	3,53	3,15	3,16	3,53	3,16	3,17	3,54	3,17	3,17
18.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	82,08	80,51	79,59	82,51	80,94	80,01	82,95	81,36	80,43	<b>83,38</b>
19.	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	27,203	28,988	28,051	28,461	30,308	29,309	29,718	31,627	30,567	<b>30</b>
20.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,012	0,015	0,013	0,012	0,015	0,013	0,012	0,014	0,012	<b>0,012</b>

## **ДОДАТОК Г**

### **Впровадження результатів дисертаційного дослідження**

## Додаток Г.1



МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ



НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ"  
(УКРНДІЕП)

вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166, тел./ факс: (057) 702-15-92 www.niiep.kharkov.ua, directorniiep@gmail.com

Сертифікати УкрСЕПРО на системи управління якістю ДСТУ ISO 9001:2009  
екологічного керування ДСТУ ISO 14001:2006, управління безпекою та гігієною праці ДСТУ-П OHSAS 18001:2006

04.09.2017 № 472/08-05

на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

## ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень  
з теми кандидатської дисертації  
Коробкової Ганни Володимирівни

Наукові дослідження, що складають наукову новизну кандидатської дисертації, здобувача, наукового співробітника УКРНДІЕП **Коробкової Ганни Володимирівни** за темою: «Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець (в межах Харківської області)» впроваджені у держбюджетних науково-дослідних роботах: «Науковий супровід реалізації українсько-румунсько-молдавської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю» (0117U001493), «Наукове обґрунтування переліку водних екосистем, які забезпечують основні екосистемні послуги та порядок здійснення оцінки вартісної цінності їх біорізноманіття та розроблення рекомендацій щодо відновлення і збереження цих екосистем» (0117U001487); «Екологічні наслідки реалізації водоохоронних заходів на малих річках України» (0116U006630); «Наукове супроводження заходів щодо екологічного оздоровлення басейну річок Дніпро та Сіверський Донець» (0115U004554), «Розроблення методики очищення та оздоровлення малих річок України з відновлення природного гідрологічного режиму» (0115U004546); «Перегляд правил охорони поверхневих вод України від забруднення та засмічення, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 №465» (0115U004555); «Проект оновлення Міжрегіональної екологічної програми з охорони та використання вод басейну річки Сіверський Донець у межах Харківської області» (0111U008511) та «Розроблення проекту «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (II етап)»» (0112U007736).

Директор



А. В. Грищенко



## Додаток Г.2



МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ



НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ"  
(УКРНДІЕП)

вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166, тел./ факс: (057) 702-15-92 www.niiep.kharkov.ua, directorniiep@gmail.com

Сертифікати УкрСЕПРО на системи управління якістю ДСТУ ISO 9001:2009  
екологічного керування ДСТУ ISO 14001:2006, управління безпекою та гігієною праці ДСТУ-П OHSAS 18001:2006

04.09.2017 № 472/1/08-05  
на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

## ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень  
з теми кандидатської дисертації  
Коробкової Ганни Володимирівни

Наукові дослідження, що складають наукову новизну кандидатської дисертації, здобувача, наукового співробітника УКРНДІЕП **Коробкової Ганни Володимирівни** за темою: «Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець (в межах Харківської області)» впроваджені у науково-дослідних роботах (2014-2017 рр.): «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2014 році. Район Морського підхідного каналу.» (Договір № 1320/1.1/76-В-ФДЛ-14 від 16.04.2014). «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2015 році. Район Морського підхідного каналу з розробкою проекту «Виконання експлуатаційного днопоглиблення»» (Договір № 200/1.1/157-В-ФДЛ-15 від 08.07.2015 р.); «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2016-2017 роках. Район Морського підхідного каналу (Договір № 410/1.1/158-В-ФДЛ-16 від 08.07.2016 р.) Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2017-2018 роках. Район Морського підхідного каналу (Договір № 600/1.1/99-В-ФДЛ-17 від 02.06.2017 р.)

Директор



А. В. Гриценко